

**IMPLEMENTACIÓN DE PRUEBAS DEL HARDWARE Y SOFTWARE DEL
SERVICIO GLOBAL TRADE CONTROL DE EMPREVI LTDA EN LA RUTA
BUENAVENTURA – CALI**

HECTOR EDUARDO MEJIA SOTO

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO AUTOMATICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECÁTRONICA
SANTIAGO DE CALI
2007**

**IMPLEMENTACIÓN DE PRUEBAS DEL HARDWARE Y SOFTWARE DEL
SERVICIO GLOBAL TRADE CONTROL DE EMPREVI LTDA EN LA RUTA
BUENAVENTURA – CALI**

HECTOR EDUARDO MEJIA SOTO

Pasantía para optar por el título de Ingeniero Mecatrónico

**Director
JORGE IVÁN VELANDIA ROMERO
Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO AUTOMATICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECÁTRONICA
SANTIAGO DE CALI
2007**

Nota de Aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Mecatrónico.

Ing. ANDRES NAVAS

Jurado

Ing. JUAN CARLOS MENA

Jurado

Santiago de Cali, 29 de Junio de 2007

Dedico este proyecto a mis padres que con su esfuerzo y dedicación pudieron darme esta bella oportunidad de ser un profesional, proveyéndome de los medios necesarios, así como del carácter para enfrentar cada reto hasta ahora de la forma más honesta y responsable posible.

A mi familia y mi novia quienes me iluminaron en mis días más oscuros y estuvieron ahí para motivarme cuando más lo necesité.

A mis nuevos amigos universitarios, que hicieron de ésta, la mejor experiencia jamás vivida.

AGRADECIMIENTOS

A Empresa de Prevención y Vigilancia (EMPREVI Ltda.) por permitirme desarrollar y participar en este gran proyecto, especialmente a los Ingenieros Javier Cabal Santos y Alvaro Mauricio Duran que con su apoyo facilitaron el cumplimiento del mismo, y a todos aquellos que se vincularon de alguna u otra forma con el fin de aprender, ayudar o enseñar.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
1. DEFINICION DEL PROBLEMA	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2. ANTECEDENTES	15
1.2.1. Nacionales	15
1.2.2. Internacionales	15
2. JUSTIFICACION	17
3. OBJETIVOS	18
3.1. OBJETIVO GENERAL	18
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	18
4. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACION	19
4.1. MARCO GEOGRAFICO	19

4.1.1.	Emprevi Ltda.	19
4.2.	MARCO CONCEPTUAL	23
4.2.1.	RFID	24
4.2.2.	UDAP	26
4.2.3.	GPRS	27
4.2.4.	TCP/IP	29
4.2.5.	Echopoint	30
4.2.6.	Contenedores	30
4.2.7.	Hosting	31
5.	METODOLOGIA	33
6.	PLAN DE TRABAJO	34
7.	LA SOLUCION INTEGRAL RFID (GTC)	35
7.1.	ACTUALIDAD Y NECESIDADES	35
7.2.	LA DECISION RFID	36
7.3.	GENERACIÓN Y SELECCIÓN DE CONCEPTOS	37

7.3.1.	Modelo A	37
7.3.2.	Modelo B	38
7.3.3.	Modelo definitivo	39
7.4.	SITE SURVEY	41
7.5.	COMPONENTES DEL SISTEMA	45
7.5.1.	Savi® SR-650 Reader	45
7.5.2.	Savi® Tags	46
7.5.3.	Prototipo RDSM	49
7.5.4.	TSS	53
7.5.5.	Panel solar	53
7.5.6.	Controlador solar	56
7.5.7.	Baterías	59
7.5.8.	Poste metálico	60
7.6.	ARQUITECTURA	60
7.7.	DESCRIPCION FUNCIONAL DETALLADA	62

7.7.1.	Tags	63
7.7.2.	Readers	64
7.7.3.	Site Managers	66
7.7.4.	TSS	66
8.	PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA	68
8.1.	LA RED LOCAL	68
8.2.	PARAMETROS EN EL SITE MANAGER	69
8.3.	TSS	69
8.3.1.	Crear y configurar clientes	69
8.3.2.	Crear plantillas	71
9.	RESULTADOS OBTENIDOS	72
10.	PRESUPUESTO Y FINANCIACION	73
11.	CONCLUSIONES	74
12.	RECOMENDACIONES	75
	BIBLIOGRAFÍA	76

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características de las bandas	26
Tabla 2. Plan de trabajo	34
Tabla 3. Punto Yumbo	42
Tabla 4. Punto Loboguerrero	43
Tabla 5. Punto entrada Buenaventura	44
Tabla 6. Especificaciones Savi® SR-650 Reader	45
Tabla 7. Especificaciones Savil® SensorTag 662	46
Tabla 8. Especificaciones Savi® SensorTag 676	48
Tabla 9. Características mecánicas panel solar	54
Tabla 10. Características eléctricas panel solar	54
Tabla 11. Costo dispositivos proyecto	73

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Prioridades de la cadena de suministros	23
Figura 2. Reader	24
Figura 3. Tags	25
Figura 4. Savi Signpost	25
Figura 5. Arquitectura GPRS general	28
Figura 6. Tecnología EchoPoint	30
Figura 7. Contenedor	31
Figura 8. Estructura tipo pasacalle con Signposts	38
Figura 9. Reader en el poste	39
Figura 10. Modo A	40
Figura 11. Modo B	40
Figura 12. Vista superior de la carretera	41
Figura 13. Savi® Reader	45
Figura 14. Savi® Sensor Tag 662	47
Figura 15. Savi® Sensor Tag 676	48
Figura 16. Prototipo RDSM en poste	49
Figura 17. Savi® Site Manager	52
Figura 18. Componentes Internos RDSM	52
Figura 19. Dimensiones del panel solar	55
Figura 20. Modos de instalación del panel solar	56
Figura 21. Controlador solar ProStar	57
Figura 22. Especificaciones controlador solar ProStar	58
Figura 23. Etapas de carga vs. Tiempo	58
Figura 24. Batería Deka Solar fotovoltaica	59
Figura 25. Habilidad de ciclado	59
Figura 26. Especificaciones técnicas poste metálico	61
Figura 27. Estructura y comunicaciones de la red RFID GTC	62
Figura 28. La red local RFID en carretera (unidad funcional)	62
Figura 29. Pirámide elementos RFID	63
Figura 30. Estados de seguridad del tag	64
Figura 31. Ejemplo de información de un tag	64
Figura 32. Rango señal 433.92 Mhz	65
Figura 33. Antenas del reader	65
Figura 34. Esquema funcional detallado	67
Figura 35. Configuración básica TSS	70
Figura 36. Sitios, links y rutas	71
Figura 37. Montaje temporal	72

RESUMEN

El propósito mas importante de este proyecto es la búsqueda de una solución para un mercado donde los dueños y/o responsables de la mercancía deben invertir importantes sumas de dinero controlando su mercancía, escoltándola y pagando los costos de las inspecciones que las autoridades practican, todo debido a la poca seguridad que se presta en el medio para el transporte de la carga.

Instalando sobre en el contenedor dispositivos capaces de surtir información valiosa sobre el estado de la carga y teniendo puntos fijos de control en carretera, EMPREVI planea ofrecer a sus clientes completa visibilidad durante la cadena de suministro, este servicio se denomina Global Trade Control.

Esta tecnología aunque ha sido probada en distintos puertos del mundo gracias a la alianza entre Savi Netwoks y Hutchison Port Holdings es una gran innovación en nuestro medio latinoamericano, por ello se tienen diversas etapas de adecuación y entendimiento de dicha tecnología y así sacarle el máximo provecho.

Sin duda las etapas más complicadas del proceso estuvieron relacionadas con la asimilación de la tecnología y como protegerla, ya que las grandes recomendaciones de las entidades gubernamentales estaban vinculadas a pasadas experiencias que terminaron en manos del vandalismo.

Efectivamente se pudo hacer las pruebas del servicio y todo resulto ser muy prometedor, se espera que pronto las mas grandes compañías del país se unan a Emprevi en busca de una época de seguridad electrónica que beneficie tanto a clientes como al mismo pueblo.

INTRODUCCIÓN

En un mundo que lleva varios años tentado por la globalización, en el que las empresas buscan arduamente la manera de entrar a mercados vecinos con el fin de crecer y lograr beneficios económicos, es primordial generar técnicas de desarrollo a nivel comercial siendo de vital importancia el transporte de la mercancía donde generalmente se hace uso de los contenedores y donde debe primar la entrega oportuna, la seguridad y el buen estado de la mercancía, para así lograr total satisfacción por parte de los clientes (exportadores e importadores)

La historia Colombiana ha tenido altibajos en el reconocimiento que se le da a sus productos o envíos. Empresas que ofrecen productos de alta calidad y excelentes servicios se ven perjudicados frente a la posibilidad de internacionalizar sus productos, ya que no cuentan con la suficiente seguridad de la calidad del transporte de la mercancía.

Actualmente se están implementando tecnologías que combinadas con una excelente logística, ayuden a reducir los riesgos que sufren las empresas exportadoras e importadoras que movilicen su carga en contenedores, EMPREVI es quien trae dicha tecnología a Colombia, esperando con ella solucionar dolores de cabeza para las empresas y combatir directamente contra la delincuencia y el narcotráfico.

EMPREVI llama a este nuevo servicio Global Trade Control, y estará disponible en Julio del 2007, cubriendo el Puerto De Buenaventura y sus rutas anexas a Bogota, Medellín y Cali, pero para lograr esto la tecnología debe ser adaptada a nuestro entorno lo que representa un reto para el equipo de ingenieros a cargo. A continuación se presenta un informe detallado de las instalaciones y pruebas efectuadas previas al lanzamiento del servicio. Gran parte de la documentación de este proyecto es basada en una capacitación realizada en los cuarteles generales de Savi Technology en Mountain View, California.

1. DEFINICION DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El servicio más importante, dentro de la gama de administración de riesgos logísticos, que EMPREVI presta desde hace casi 20 años se denomina Control Portuario y su modus operandi hoy interpone una barrera al plan estratégico de crecimiento que se trazó como meta en el 2004 por su naturaleza totalmente manual y de difícil implantación en otros lugares del país.

EMPREVI vende tranquilidad y la entrega a sus clientes en forma de **información** la que, para ser de buena calidad, debe satisfacer al menos, los siguientes tres requisitos:

Que sea **oportuna, precisa y suficiente** (útil), condiciones que la actual manera de generarla, no satisfacen adecuadamente.

Se debe entonces responder a 2 sentidas necesidades del principal servicio de EMPREVI, el control portuario: se debe iniciar en las plataformas logísticas de los clientes (control en planta) y efectuar el seguimiento de la carga durante su transporte a, o desde los puertos (control en ruta).

Este mencionado “control” se ha venido desarrollando de una forma muy manual, donde el personal de EMPREVI juega un papel vital pero que a pesar de su calidad se presentan inconvenientes en el momento de recolectar toda la información necesaria para satisfacer a los clientes.

EMPREVI planea lanzar su nuevo servicio a comienzos del mes de Julio del presente año, tiempo suficiente para que dicha tecnología este probada y adaptada a nuestro entorno para garantizar el éxito del lanzamiento.

Como el servicio completo cubrirá tanto el puerto de Buenaventura como sus rutas anexas (Cali, Medellín, Bogota), y se deben realizar pruebas e instalaciones de prototipos por las rutas, se piensa que dichas pruebas se hagan cercanas a la ciudad de Cali, por tiempo y costos principalmente.

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. Nacionales. A nivel nacional EMPREVI es único y ha logrado consolidarse dando seguridad a sus clientes quienes a su vez respaldan a la empresa, acompañándolo en la próxima etapa del nuevo servicio Global Trade Control, el cual automatizará el actual servicio mediante la implementación de dispositivos de identificación automática por radio frecuencia. Dicha tecnología promete:

- ✚ Asegurar la integridad de la carga y de la documentación del transporte a lo largo de la cadena de abastecimiento.

- ✚ Disminuir significativamente el riesgo de vulneración no detectada de la carga, durante su tránsito.

- ✚ Suministrar información completa, oportuna y precisa de todos los despachos bajo control.

Satisfacer estas necesidades llevan a un concepto clave: *cadena de custodia segura* desde origen hasta destino de la mercancía del cliente y tenerla proporcionará:

- ✚ Seguridad como subproducto de una buena administración de la cadena de abastecimiento.

- ✚ Protección de la información comercial.

- ✚ Tiempos de los procesos, confiables y predecibles.

1.2.2. Internacionales.

- **Savi Technology.** Líder a nivel mundial, con más de 15 años de experiencia en el suministro de soluciones RFID para el manejo y seguridad de activos y mercancías dentro de la Cadena de Suministro.

Han prestado soluciones al manejo, seguridad y visibilidad global de activos dentro de la cadena de suministro para:

- ◇ Fuerzas Militares y organizaciones gubernamentales.

◇ Compañías Comerciales: Navieras, empresas de manufactura, distribuidores, proveedores, así como también para operadores de puertos, propietarios de activos e integradores de soluciones terceros.

Su hardware de tecnología RFID activa es aprobado bajo estándares de sexta generación, llevan nueve años de experiencia con equipos de RFID pasivos.

• **Savi Networks.** Surgió de la alianza entre SAVI TECHNOLOGY y HUTCHISON PORT HOLDINGS y es el proveedor preferido por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos en tecnología de RFID activa desde 1994. Entre sus proyectos y/o servicios se tiene:

◇ La Red Global Interactiva para la defensa - Departamento de Defensa de EU, Mod del Reino Unido, OTAN, Dinamarca.

◇ Control diario de 35,000 contenedores en más de 1500 sitios en 46 países.

◇ Seguridad y visibilidad de carga marítima.

◇ Desarrollo de una red mundial de RFID para carga marítima.

◇ Servicios de información para la visibilidad y seguridad basada en transacciones.

2. JUSTIFICACIÓN

Debido a la importancia que tiene para EMPREVI hacer el lanzamiento del servicio Global Trade Control en Julio de este año, en estas pruebas planeadas recae gran presión y de su éxito depende dicho lanzamiento.

En el ámbito nacional y regional, este servicio beneficiaría a muchas empresas las cuales podrían movilizar de manera segura su mercancía a precios mucho más bajos que los actualmente cobrados.

Desde el punto de vista tecnológico significaría un gran avance para el país contar con modernos sistemas de vigilancia y seguimiento que sin duda alguna traerán tranquilidad, seguridad y confiabilidad a la región, a su vez trayendo inversión y productividad.

En cuanto a seguridad cabe mencionar que se espera una gran reducción de situaciones riesgosas las cuales son perjudiciales para tanto empresa como para la imagen de la región, ya que se deteriora cada vez más.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar las pruebas e implementación de la infraestructura Hardware – Software por la ruta Buenaventura – Cali del servicio Global Trade Control.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

🔧 Realizar un estudio detallado (Site Survey) de los puntos clave donde se harán las instalaciones por la ruta.

🔧 Realizar las instalaciones necesarias para los prototipos. Cada prototipo esta conformado por (SignPost, Reader, Site Manager).

🔧 Configurar y sintonizar los prototipos para garantizar su óptimo funcionamiento.

4. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACION

4.1. MARCO GEOGRAFICO

4.1.1. Emprevi Ltda. Empresa 100% Colombiana dedicada a la administración de riesgos logísticos de diversos clientes en el entorno nacional e internacional, también se muestra como un importante operador portuario en Buenaventura.

Posee oficinas en Cali, Buenaventura y Bogotá. En Buenaventura, se cuenta con un amplio y completo piso de oficinas estratégicamente situado en la SPRBUN, puerta RAYMOND. También se dispone de dos oficinas operativas dentro de las instalaciones del recinto portuario.

Tiene más de 160 funcionarios de nómina, seleccionados, entrenados, capacitados a los que se les practica habitualmente pruebas de polígrafo.

Cada persona de la COMUNIDAD EMPREVI es guiada a su ingreso por un cuidadoso plan de inducción y entrenamiento donde se crea conciencia de su papel en la empresa, recibiendo una capacitación integral de los servicios que se presta y del entorno logístico en el que se desenvuelve.

Toda la tecnología y estrategia aplicada a los servicios está soportada por un personal idóneo, capacitado y comprometido con las necesidades de los clientes. En EMPREVI se cuenta con un riguroso proceso de selección donde se aplican los estándares más exigentes de seguridad.

🚦 Misión. Se genera seguridad para los clientes, se administra efectivamente sus riesgos y se les facilita el comercio de bienes y servicios, beneficiando nuestra comunidad y su entorno.

🚦 Visión 2008. Es el aliado estratégico exitoso que el mercado nacional prefiere para generar seguridad y efectiva administración de riesgos en puertos, aeropuertos y zonas de almacenamiento. Son expertos operadores logísticos, controladores y facilitadores de la distribución física de mercancías, con alianzas consolidadas para servir internacionalmente.

En el ámbito internacional, se proveen servicios en algunas naciones de América.

🚦 Política de calidad. EMPREVI es una comunidad de personas idóneas, capacitadas y comprometidas, que conocen profundamente el mercado y ofrecen

servicios innovadores, certificados, efectivos y de excelente calidad, mediante procesos estratégicos diseñados, implementados, ejecutados, acompañados, auditados y mejorados cuidadosamente, asegurando que colmen las expectativas de los clientes, logrando así su permanencia con EMPREVI.

- **Control electrónico en SPRBUN.** EMPREVI fue el aliado estratégico que la Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura S.A. escogió para operar el mejor sistema portuario de seguridad electrónica. Dentro de las responsabilidades de EMPREVI se destacan las siguientes:

- ◊ **Diseño.** Se analizó el entorno, los riesgos y las vulnerabilidades para generar la solución de servicio adecuada.

- ◊ **Instalación y puesta a punto del sistema.** De acuerdo a las más exigentes especificaciones.

- ◊ **Suministro.** Se asesoró la compra o el suministro de los productos tecnológicamente más avanzados.

- ◊ **Interventoría.** Se veló por el cumplimiento técnico, financiero y legal de los contratos.

- ◊ **Administración y operación del sistema de seguridad electrónica.** Son los encargados de cumplir las más altas normas de seguridad del sistema montado.

- **Global Trade Control (GTC).** Mediante un sistema global de identificación por radiofrecuencia que integra dispositivos electrónicos, que se instalan en contenedores o vehículos; lectores de control fijos y móviles ubicados estratégicamente y un software de última generación basado en Internet, el cliente tendrá la mas completa información, trazabilidad, y verificación de la condición de seguridad y estado de su carga a través de la cadena de suministro.

De acuerdo con los requerimientos del cliente, el control de la mercancía llega hasta su destino final dentro del país de origen o en el país de destino pasando por plantas, rutas, puertos, aeropuertos, y centros de distribución, constituyéndose en un exclusivo servicio de control electrónico puerta a puerta. El sistema generará notificaciones automáticas ante cualquier situación que comprometa la integridad de la carga o la continuidad del proceso logístico.

Cuando la carga sea solicitada para inspección por autoridades competentes, el sistema permitirá aperturas validadas mediante claves, para luego ser sellado nuevamente.

Global Trade Control es la solución de servicio a la medida del cliente que le permitirá cumplir con los más altos estándares de seguridad previstos por autoridades y organismos internacionales tales como CT-PAT, BASC, CSI e ISO permitiéndole acceder a los denominados “Green Lane Benefits”

La total visibilidad de la carga también permitirá optimizar el manejo de inventarios; establecer tiempos predecibles y confiables reduciendo la variabilidad del lead time.

◇ **Marco Conceptual.** Enmarcado dentro de los esfuerzos internacionales de las empresas y gobiernos para prevenir que el comercio legal sea aprovechado con fines terroristas o de narcotráfico.

Es la respuesta a la necesidad de servicio que se genera a partir de los estándares internacionales que actualmente se imponen y se prestan servicios totalmente personalizados que, a través de la total visibilidad de la carga permiten:

- 🚦 Trazabilidad de los procesos.
- 🚦 Toma de decisiones acertadas y oportunas.
- 🚦 Manejo gerencial de novedades.
- 🚦 Tiempos predecibles y confiables dentro de la cadena de suministro.
- 🚦 Optimización del manejo de inventarios.

Brinda acceso a beneficios previstos por los programas de cooperación entre estados como CT-PAT (*Custom Trade Partnership Against Terrorism*), CSI (*Container Security Initiative*), BASC (*Business Alliance for Secure Commerce*). Conocidos como Green Lane Benefits (Beneficios del Carril Verde):

- 🚦 Nacionalización automática de los productos en las aduanas de destino.
- 🚦 Disminución de la cantidad de inspecciones físicas.

- ✚ Facilidades y plazos ampliados para el pago de tributos aduaneros en destino

◇ **Razones del servicio.** Cadenas de abastecimiento cada vez más complejas:

- ✚ Incremento de maquilas y manufacturas tercerizadas a nivel mundial.

- ✚ Más de 20 participantes en la movilización de un contenedor desde el origen hasta el destino final.

- ✚ Generadores de carga cambian permanentemente de proveedor buscando el mejor servicio al mejor precio.

- ✚ Los transportadores cambian Itinerarios y rutas buscando mayor eficiencia.

Las amenazas a los esquemas de seguridad pueden interrumpir la cadena de abastecimiento:

- ✚ Contaminación con armas de destrucción masiva en contenedores de carga.

- ✚ Contaminación con narcóticos.

- ✚ Hurtos y daños a la mercancía.

- ✚ El impacto sobre el comercio mundial sería de grandes dimensiones.

Las regulaciones Anti-Terrorismo incrementan la complejidad y los costos:

- ✚ Iniciativas en los estados unidos: regla del manifiesto antes de 24 horas, chequeo de sellos.

- ✚ Iniciativas internacionales: códigos y normas ISPS, World Customs Organization, CT PAT, CSI. World BASC Organization.

El Custom Border Protection (CBP) de los Estados Unidos establecerá en el corto plazo reglas de verificación que buscan:

- ✚ Obtener la colaboración de transportadores, generadores de carga, puertos, empresas de tecnología y proveedores de servicios de control de cadena de custodia segura para establecer los estándares de los sellos electrónicos.

✚ Lograr que las empresas encuentren fórmulas para incrementar el valor en sus operaciones logísticas internacionales.

✚ Control mediante sello electrónico confiable desde el origen.

Figura 1. Prioridades de la cadena de suministros



Fuente: Razones del servicio GTC [en línea]: Santiago de Cali: Emprevi Ltda., 2004. [consultado 02 de Febrero de 2007]. Disponible en Internet: http://www.emprevi.com/razones_global_trade.html

4.2. MARCO CONCEPTUAL

4.2.1. RFID. *Radio Frequency IDentification*, es un método de almacenamiento y recuperación de datos remotos que usa dispositivos denominados etiquetas o tags RFID. Una etiqueta RFID es un dispositivo pequeño, como una pegatina, que puede ser adherida o incorporada a un producto, animal o persona. Las etiquetas RFID contienen antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID. Las etiquetas pasivas no necesitan alimentación eléctrica interna, mientras que las activas sí lo requieren.

RFID es uno de los segmentos de mayor crecimiento de las industrias de tecnología de información y de identificación automática y captura de datos (AIDC, por sus siglas en inglés) de hoy en día. Las organizaciones están aprovechando las capacidades robustas y automáticas de intercambio de datos inalámbricos de

la tecnología RFID, y también innovaciones como “etiquetas inteligentes” y desarrollos del Código Electrónico de Producto (EPC, por sus siglas en inglés) para complementar sus sistemas existentes de codificación de barras y mejorar numerosos procesos de negocios; los sistemas RFID han sido reconocidos como el factor que permite el cambio en los procesos de negocios.

La tecnología RFID ha recibido recientemente una mayor visibilidad debido a mandados emitidos por algunos de los principales minoristas y el Departamento de Defensa de EE.UU. para incorporar soluciones de tipo EPC RFID en las operaciones de cadena de suministro que apoyan a estas organizaciones. Sin embargo, el crecimiento de los sistemas RFID no se limita a estos programas, y se ha extendido a control de fabricación y gestión de materiales, logística de cargamento, seguridad farmacéutica, gestión de bienes, rastreo de clientes y pacientes, y muchas áreas más.

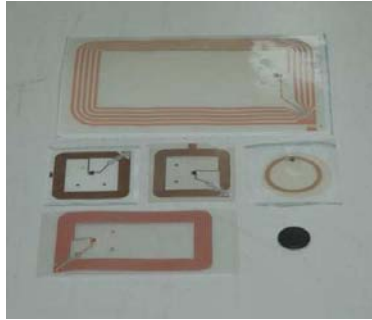
- **Componentes típicos.** Generalmente se tienen dos principales dispositivos, *Readers* (Lectores) y *Tags*. El Reader envía una señal dentro del rango de radio frecuencia (100kHz – 5.8GHz) y cuando el Tag recibe la señal le responde con otra señal que puede traer cualquier tipo de información, desde un numero de identificación hasta el estado de la mercancía en la cual esta puesto. Ambos Readers y Tags poseen antenas para capturar y transmitir sus señales.

Figura 2. Reader



Fuente: Wikipedia: la enciclopedia libre [en línea]. RFID. Florida: Wikimedia Foundation, 2007. [consultado 20 de Febrero de 2007]. Disponible en Internet: <http://en.wikipedia.org/wiki/RFID>

Figura 3. Tags



Fuente: Wikipedia: la enciclopedia libre [en línea]: RFID. Florida: Wikimedia Foundation, 2007. [consultado 10 de Febrero de 2007]. Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/RFID>

Savi, empresa líder a nivel mundial, la cual maneja el Reader y Tag, diseñó un Signpost cuya función es básicamente despertar los Tags para que envíen información al Reader y al trabajar con bajas frecuencias su tasa de envíos de señal es de aproximadamente 100ms, mientras que el Reader generalmente envía señales en el orden de los segundos.

Figura 4. Savi® Signpost



Fuente: Savi® Signpost [en línea]: SP-65X Series Datasheet. Mountain View, California: Savi® Technology, 2006. [consultado 10 de Febrero de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.savi.com/products/SaviSignposts.pdf>

Tabla 1. Características de las bandas

Bandas	123KHz	13.56MHz	315 MHz	418MHz	433MHz	868MHz	915MHz	2.4GHz
Detalles	119-136 KHz	13.553-13.567 MHz	314.7-315 MHz	418.95-418.975 MHz	433.050-434.790 MHz	868-868.6 MHz	902-928 MHz	2400-2483.5 MHz
	72dBuA/m	42 dBuA/m	65 dBuV/m	10mW ERP	10mW ERP	25mW ERP		
	@10m	@10m	@10m		10%	1%		
Alcance (pasivo)	Muy Corto	Muy Corto	Muy Corto	Muy Corto	Muy Corto	Muy Corto	Corto 1	Muy Corto
Alcance (activo)	Corto	Corto	Amplio	Amplio	Amplio	Amplio	Amplio	Amplio
Ajuste del Alcance	Muy Bueno	Bueno	Regular	Regular	Regular	Pobre	Pobre	Pobre
Propagación por Materiales	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Regular	Regular	Regular
Direccionalidad	Omni	Omni	Direccional u omni	Direccional u omni	Direccional u omni	Direccional u omni	Direccional u omni	Direccional u omni

Fuente: Savi® FSE Training Course [CD-ROM]: RFID Frequency Band Characteristics. Mountain View, California: Savi® Technology, 2006. [consultado 15 de Marzo de 2007].

4.2.2. UDAP. *Universal Data Appliance Protocol*, protocolo licenciado por Savi Technology, que por primera vez provee una interfaz común para interrelacionar información de tecnologías líderes de recolección de datos inalámbricas, con las plataformas de software basado en Internet de Savi.

Las primeras compañías licenciadas para unirse a la alianza de interoperabilidad de UDAP fueron empresas de recolección de datos que proveen toda la gama de código de barras, identificación por radio frecuencia (RFID), sistemas de localización en tiempo real (RTLS), desarrollo de aplicaciones inalámbricas y la integración de servicios.

UDAP proporciona un traductor del lenguaje común del software que permita funciones interoperables “plug and play” entre la plataforma SmartChain® de Savi y distintos hardware de colección de datos, tal como escaners de código de barras, lectores de radiofrecuencia, dispositivos handheld y PDAs entre otros. Como resultado, la información capturada por estas distintas tecnologías de colección de datos se puede agregar y presentar automáticamente a los expedidores y a los proveedores de servicios de logística a través de una grupo comprensiva de soluciones del software en un lugar de Internet.

4.2.3. GPRS. *General Packet Radio Service*, es una tecnología digital de telefonía móvil que proporciona altas velocidades de transferencia de datos (especialmente útil para conectar a Internet) y se utiliza en las redes GSM.


GPRS es sólo una modificación de la forma de transmitir datos en una red GSM, pasando de la conmutación de circuitos en GSM (donde el circuito está permanentemente reservado mientras dure la comunicación aunque no se envíe información en un momento dado) a la conmutación de paquetes.

Que la conmutación sea por paquetes permite fundamentalmente el compartir los recursos de radio. Un usuario GPRS sólo usará la red cuando envíe o reciba un paquete de información, todo el tiempo que esté inactivo podrá ser utilizado por otros usuarios para enviar y recibir información. Esto permite a los operadores dotar de más de un canal de comunicación sin miedo a saturar la red y es posible tener terminales que gestionen cuatro canales simultáneos de recepción y dos de transmisión, pasando de velocidades de 9,6 kbps en GSM a 40 kbps en recepción en GPRS y 20 kbps de transmisión.


Otra ventaja de la conmutación de paquetes es que, al ocuparse los recursos sólo cuando se transmite o recibe información, la tarifa por parte del operador de telefonía móvil sólo se produce por la información transitada, no por el tiempo de conexión. Esto hace posible aplicaciones en la que un dispositivo móvil se conecta a la red y permanece conectado durante un periodo prolongado de tiempo sin que ello afecte en gran medida a la cantidad facturada por el operador.

- **Arquitectura.** Los 2 elementos fundamentales de la arquitectura GPRS son SGSN y GGSN:

- ◇ **SGSN** (*Serving GPRS Support Node*)

-  Es el elemento que gestiona todas las funciones de movilidad, autenticación y registro en la red de las estaciones móviles.

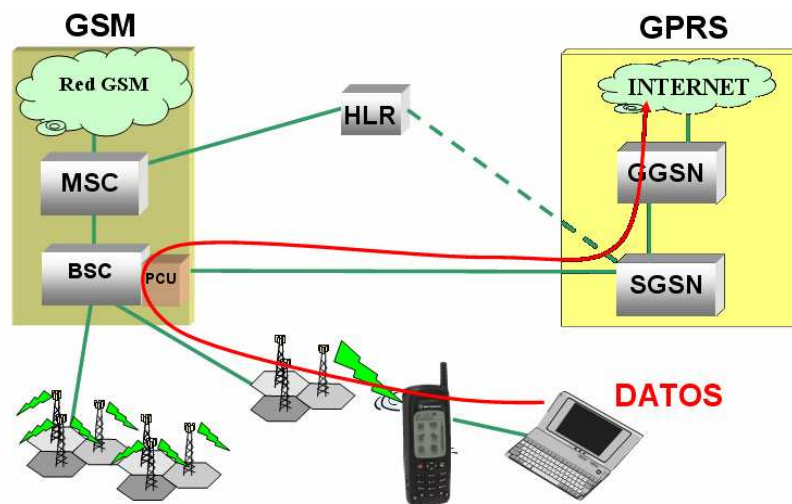
-  Está conectado al BSC (*Base Station Controller*) y es el punto de acceso a la red GPRS cuando un terminal solicita este servicio.

-  Cuando una estación quiere enviar/recibir datos hacia o desde redes externas, el SGSN intercambia los datos con el pertinente GGSN. Encapsula los paquetes.

- ◇ **GGSN** (*Gateway GPRS Support Node*)

- ✚ Se conecta a redes externas como Internet.
- ✚ Es un dispositivo de encaminamiento hacia una subred ya que hace que la infraestructura de la red GPRS sea transparente vista desde fuera.
- ✚ Cuando recibe datos dirigidos hacia un usuario específico, comprueba si la dirección está activa, y en caso afirmativo, envía los datos al SGSN.
- ✚ Encamina hacia la red correspondiente los datos que origina el móvil.

Figura 5. Arquitectura GPRS general



Fuente: Redes Inalámbricas y Movilidad [en línea]: Capítulo 7. Valencia: Universidad de Valencia, 2006. [consultado 27 de Marzo de 2007]. Disponible en Internet: http://informatica.uv.es/it3guia/TD/amplif_7-SANTI.ppt

- **Direccionamiento.** El direccionamiento se realiza por medio de direcciones IP:
 - ◊ **Según la naturaleza:**
 - ✚ Direcciones IP privadas: accesibles sólo dentro de un entorno determinado dentro de la red
 - ✚ Direcciones IP públicas: accesibles desde cualquier punto de Internet
 - ◊ **Según la asignación:**

🚧 Direcciones IP estáticas: estas direcciones irán asociadas de forma estática vía el HLR (*Home Location Register*)

🚧 Direcciones IP dinámicas: estas direcciones se obtienen de unos *pools* de direcciones gestionados bien por el Operador de la red bien por una Entidad Externa (como un servidor DHCP).

- **APN.** *Access Point Name*, es el nombre de un punto de acceso para GPRS. Un punto de acceso es:

🚧 Una dirección IP a la cual un móvil se puede conectar

🚧 Un punto de configuración que es usado para esa conexión

🚧 Una opción particular que se configura en un teléfono móvil

Los APN pueden ser variados. Son usados en redes tanto públicas como privadas.

4.2.4. TCP / IP. Es un protocolo DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) que proporciona transmisión fiable de paquetes de datos sobre redes. El nombre TCP / IP Proviene de dos protocolos importantes de la familia, el *Transmission Control Protocol* (TCP) y el *Internet Protocol* (IP). Todos juntos llegan a ser más de 100 protocolos diferentes definidos en este conjunto.

El TCP / IP es la base del Internet que sirve para enlazar computadoras que utilizan diferentes sistemas operativos, incluyendo PC, minicomputadoras y computadoras centrales sobre redes de área local y área extensa. TCP / IP fue desarrollado y demostrado por primera vez en 1972 por el departamento de defensa de los Estados Unidos, ejecutándolo en el ARPANET una red de área extensa del departamento de defensa.

Una red TCP/IP transfiere datos mediante el ensamblaje de bloques de datos en paquetes, cada paquete comienza con una cabecera que contiene información de control; tal como la dirección del destino, seguido de los datos. Cuando se envía un archivo por la red TCP/IP, su contenido se envía utilizando una serie de paquetes diferentes. El Internet Protocol (IP), un protocolo de la capa de red, permite a las aplicaciones ejecutarse transparentemente sobre redes interconectadas. Cuando se utiliza IP, no es necesario conocer que hardware se utiliza, por tanto ésta corre en una red de área local.

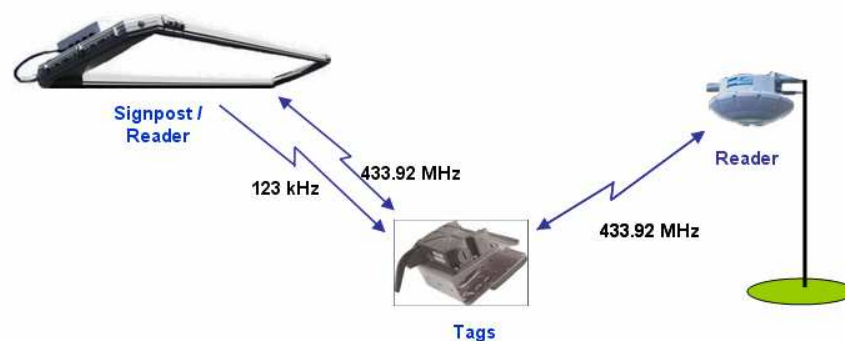
El Transmission Control Protocol (TCP) es un protocolo de la capa de transporte, asegura que los datos sean entregados, que lo que se recibe, sea lo que se pretendía enviar y que los paquetes que sean recibidos en el orden en que fueron enviados. TCP terminará una conexión si ocurre un error que haga la transmisión fiable imposible.

- **Mascara de subred.** *Subnet Mask*, es un código numérico que forma parte de la dirección IP (Dirección de una computadora usada en Internet) de los computadores, tiene el mismo formato que la dirección IP, pero afecta solo a un segmento particular de la red.

Se utiliza para dividir grandes redes en redes menores, facilitando la administración y reduciendo el tráfico inútil, de tal manera que será la misma para ordenadores de una misma subred.

4.2.5. EchoPoint. Tecnología innovadora desarrollada por Savi, implementa un diseño de multifrecuencias y un sistema con arquitectura de tres elementos para alcanzar comunicaciones de amplio alcance y la capacidad de ubicación de corto alcance.

Figura 6. Tecnología EchoPoint



Fuente: Savi® FSE Training Course [CD-ROM]: EchoPoint Operating Frequencies. Mountain View, California: Savi® Technology, 2006. [consultado 15 de Marzo de 2007].

4.2.6. Contenedor. Es un recipiente de carga para el transporte aéreo, marítimo o terrestre. Las dimensiones del contenedor se encuentran normalizadas para

facilitar su manipulación. Por extensión, se llama contenedor a un embalaje de grandes dimensiones utilizado para transportar objetos voluminosos o pesados: motores, maquinaria, pequeños vehículos, etc.

Los contenedores suelen estar fabricados principalmente de acero corrugado, también hay de aluminio y algunos otros de madera contrachapada reforzados con fibra de vidrio. Interiormente llevan un recubrimiento especial para evitar las humedades durante el viaje.

Figura 7. Contenedor



Fuente: Wikipedia: la enciclopedia libre [en línea]: Contenedor. Florida: Wikimedia Foundation, 2007. [consultado 20 de Marzo de 2007]. Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Contenedor>

Existen diferentes medidas para contenedores variando en largo y alto:

🚚 El ancho se fija en 8 pies (2,44 metros)

🚚 El alto varía entre 8 pies y 6 pulgadas (2,59 m) ó 9 pies y 6 pulgadas (2,89 m).

🚚 El largo varía entre 10 pies (3,04 m); 20 pies (6,08 m); 40 pies (12,19 m) y 45 pies (13,71 m).

Lo más extendido a nivel mundial son los equipos de 20 y 40 pies, con un volumen interno aproximado de 32,6 m³ y 66,7 m³ respectivamente. Las dimensiones de los contenedores están reguladas por la norma ISO 6346.

4.2.7. Hosting. También llamado alojamiento Web, es el servicio que provee a los usuarios de Internet un sistema para poder almacenar información, imágenes, vídeo, o cualquier contenido accesible vía Web. Los Web Host son compañías que proporcionan el espacio de un servidor a sus clientes. Existen diversos tipos de alojamiento.

◇ **Alojamiento gratuito.** El alojamiento gratuito es extremadamente limitado cuando se lo compara con el alojamiento de pago. Estos servicios generalmente agregan publicidad en los sitios y tienen un espacio y tráfico limitado.

◇ **Alojamiento compartido (*shared hosting*).** En este tipo de servicio se alojan clientes de varios sitios en un mismo servidor, gracias a la configuración del programa servidor web. Resulta una alternativa muy buena para pequeños y medianos clientes, es un servicio económico y tiene buen rendimiento.

◇ **Alojamiento de imágenes.** Este tipo de hospedaje se ofrece para guardar tus imágenes en Internet, la mayoría de estos servicios son gratuitos y las páginas se valen de la publicidad colocadas en su página al subir la imagen.

◇ **Alojamiento revendedor (*reseller*).** Este servicio de alojamiento está diseñado para grandes usuarios o personas que venden el servicio de Hosting a otras personas. Estos paquetes cuentan con gran cantidad de espacio y de dominios disponibles para cada cuenta.

◇ **Servidores virtuales (*VPS, Virtual Private Server*).** Mediante el uso de una máquina virtual, la empresa ofrece el control de un ordenador aparentemente no compartido. Así se pueden administrar varios dominios de forma fácil y económica, además de elegir los programas que se ejecutan en el servidor. Por ello, es el tipo de producto recomendado para empresas de diseño y programación web.


◇ **Servidores dedicados.** El término servidor dedicado se refiere a una forma avanzada de alojamiento web en la cual el cliente alquila o compra un ordenador completo, y por tanto tiene el control completo y la responsabilidad de administrarlo. El cuidado físico de la máquina y de la conectividad a Internet es tarea de la empresa de alojamiento, que suele tenerlo en un centro de datos.


◇ **Colocación (*housing*).** Este servicio consiste básicamente en vender o alquilar un espacio físico de un centro de datos para que el cliente coloque ahí su propio ordenador. La empresa le da la corriente y la conexión a Internet, pero el ordenador servidor lo elige completamente el usuario (hasta el hardware).

5. METODOLOGÍA


Como se cuenta con el apoyo directo de Savi Technology y Savi Networks se ha logrado establecer conjuntamente una metodología acorde a los tiempos con el fin de lograr el principal objetivo de EMPREVI, el lanzamiento en Julio del Global Trade Control. Las fases del proyecto se darán de la siguiente manera:


- **Primera fase.** Comprensión e investigación sobre el problema.

-  Estudio detallado de los distintos puntos de posible implementación (Site Survey).

-  Generación y selección de conceptos que lleven a la solución de los problemas

- **Segunda Fase.** Preparación del sitio e instalación de los prototipos.


-  Gestación de los permisos necesarios.

-  Preparación del área de instalación.

-  Instalación de los prototipos.

- **Tercera Fase.** Configuración y pruebas de los prototipos

-  Garantizar el éxito de las pruebas.

-  Analizar y documentar resultados

-  Realimentación del proceso en caso de fallas.

6. PLAN DE TRABAJO

Tabla 2. Plan de trabajo

Actividades											
		1, Firma de Convenio entre las partes, Universidad Autónoma de Occidente y la Clínica Farallones.	2, Investigación y documentación acerca del problema	3, Capacitación en Silicon Valley, California	4, Site Survey	5, Tramites de Permisos (CVC, DIAN, INVIAS)	6, Preparación de los sitios	7, Instalación de los Prototipos	8, Configuración y Pruebas de funcionamiento	9, Análisis de Resultados	10, Desarrollo de documentación del proyecto
Semana #	Fechas comprendidas										
1	Febrero 5 – Febrero 11	X	X								
2	Febrero 12 – Febrero 18		X		X	X					X
3	Febrero 19 – Febrero 25		X		X	X					
4	Febrero 26 – Marzo 4		X		X	X					
5	Marzo 5 – Marzo 11		X	X		X					X
6	Marzo 12 – Marzo 18		X	X		X					
7	Marzo 19 – Marzo 25		X		X	X	X				X
8	Marzo 26 – Abril 1		X		X	X	X				
9	Abril 2 – Abril 8		X		X	X	X				X
10	Abril 9 – Abril 15		X			X	X	X	X		
11	Abril 16 – Abril 22		X			X	X	X	X		X
12	Abril 23 – Abril 29		X			X		X	X		
13	Abril 30 – Mayo 6		X			X		X	X		X
14	Mayo 7 – Mayo 13		X			X			X		X
15	Mayo 14 – Mayo 20		X			X			X		
16	Mayo 21 – Mayo 27		X			X			X	X	X
17	Mayo 28 – Junio 3					X			X	X	X
18	Junio 4 – Junio 10					X			X	X	X
19	Junio 11 – Junio 17					X				X	X

7. LA SOLUCIÓN INTEGRAL RFID (GTC)

7.1. ACTUALIDAD Y NECESIDADES

Actualmente los servicios prestados por EMPREVI para seguimiento y control del estado de la carga se presentan de una forma muy manual, depende excesivamente de la calidad tanto profesional como humana de sus empleados para su éxito.

Las tareas actuales de EMPREVI consisten en:

- ✚ Comisión de carga. Un grupo de personas vigila en la planta de algún cliente la forma como se hace el embalaje, se asegura el contenedor y se envía al puerto.
- ✚ Control portuario. Personal idóneo de EMPREVI se encarga de recibir, inspeccionar y vigilar los procesos que se lleven a cabo en el puerto de Buenaventura.
- ✚ Mantener trazabilidad. Se mantiene registro de cada evento mediante archivos fotográficos y fílmicos entre otros. Se informa a los clientes de cualquier eventualidad, lo más pronto posible.

Con el constante pedido de más seguridad por parte de los clientes y con la oportunidad de posicionarse mejor en el mercado, surgen necesidades las cuales requieren para EMPREVI tener un sistema que automatice los procesos actuales cumpliendo con requisitos esenciales:

- ✚ El sistema debe facilitar las operaciones de comisión y recepción de carga.
- ✚ El sistema debe registrar cada evento sucedido.
- ✚ El sistema debe proveer información como: Estado de seguridad, número de contenedor, lugar de origen, lugar de destino, entre otros.
- ✚ El sistema debe ofrecer visibilidad a los clientes de su carga.
- ✚ El sistema debe identificar el sentido en el cual la carga esta transitando, por ejemplo, sentido Cali hacia Buenaventura o Buenaventura hacia Cali.

✚ Las instalaciones deben estar completamente proveídas de energía y de un sistema de comunicación para que sean autosuficientes.

✚ Los equipos deben estar altamente protegidos contra daño o robo, por tal razón se debe tratar de que no se llame la atención de las personas, camuflándolos.

7.2. LA DECISION RFID

El mercado actual ofrece una amplia gama de soluciones tecnológicas para resolver desde el control a nivel de inventario de la carga hasta el seguimiento de la misma.

Los sistemas de posicionamiento global comúnmente son relacionados con el seguimiento de la carga por lo que fue una opción que se consideró hasta que una nueva tendencia tecnológica la logro opacar:

✚ Siendo más específicos, el GPS tiene un posicionamiento en el mercado mayormente enfocado al seguimiento de vehículos, especialmente a aquellos que transportan bienes.

✚ Debe poseer una gran cobertura punto a punto por el cual se va a hacer seguimiento, lo que en algunos casos geográficos tiende a ser un problema

✚ Su costo es mucho más elevado que el de otras tecnologías ya que sus aplicaciones como su comunicación deben ser a nivel satelital.

El RFID es el mayor competidor del GPS en cuanto a seguimiento de algún bien, sea un vehiculo, un contenedor o una caja. Actualmente existen diversas empresas con énfasis en RFID para el trasporte ofreciendo servicios similares, entre ellas General Electric y Savi Networks.

✚ Ambas manejan dispositivos como Reader y Tags Activos para el seguimiento de la carga.

✚ Existen posibilidades de unir lecturas tanto de Tags activos como de pasivos y tener más visibilidad sobre toda la cadena de suministro, desde el inventario hasta la distribución.

A pesar de las similares apariencias en cuanto a disponibilidad de equipos y servicios, un concepto comercial fue determinante a la hora de tomar la decisión final.

Contar con un software especial basado en Internet de Savi permitiría la visibilidad de la carga no solo en el país sino en cada puerto del mundo donde Savi Networks tuviera montajes de infraestructura fija o móvil, lo que a futuro sería ideal para el servicio de EMPREVI.

Otro punto a destacar yace en la experiencia de Savi frente a la tecnología RFID activa, siendo esta mucho mayor que la de GE.

7.3. GENERACIÓN Y SELECCIÓN DE CONCEPTOS

Con un proveedor escogido era la hora de enfrentar uno de los principales problemas, el modo de instalación, de éste, dependía directamente tanto la cantidad como el tipo de equipos con el cual se iba a contar, y este modo a su vez dependía de las entidades gubernamentales encargadas tanto del ambiente (por la frecuencia) como de la seguridad en las vías.

Surgieron diversos modelos de los cuales solo quedó uno lo suficientemente satisfactorio para cumplir tanto con los objetivos específicos además de reducir costos y facilitar la consecución de permisos gubernamentales.

7.3.1. Modelo A. Este modelo se pensó inicialmente para garantizar que el sistema tuviera un máximo desempeño en cuanto a la identificación de carga que transitara por la vías y que además se pudiera notificar en que sentido se dirigía la misma, se pensó en utilizar unos dispositivos llamados SignPost que básicamente su función es despertar los tags que vienen en los contenedores para conocer su estado.

Este modelo a primera vista era el óptimo sin embargo surgieron problemas debido a que su implementación en una cultura como la colombiana resultaba en:

🚧 Pérdida de información. Para identificar el sentido en que se dirigía la carga se colocaban dos SignPost, uno por carril pero esto traía dificultades ya que si en

este punto una tractomula adelantaba a un automóvil podría ser identificada por el sistema como en movimiento contrario al actual.

✚ Más equipos. Para solucionar el anterior problema se colocarían dos estructuras tipo pasacalle, una seguida de la otra, con esto se lograría identificar la dirección de la carga efectivamente.

✚ Dificultad en la consecución de permisos. La idea de permitir la instalación de diversas estructuras tipo pasacalles resultaría algo complicada para las entidades gubernamentales.

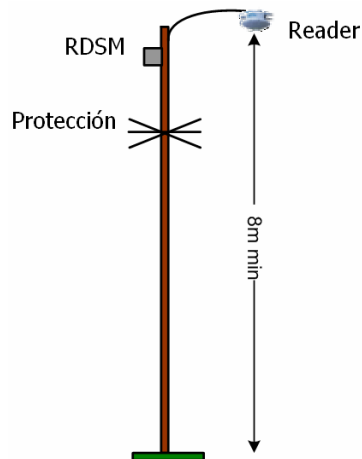
Figura 8. Estructura tipo pasacalle con SignPosts



7.3.2. Modelo B. Este modelo consistía en un Reader montado preferiblemente en un poste, esto para facilidad de instalación, consecución de permisos y reducción de costos.

Aunque un poste facilitaría muchas cosas, habría que tener en cuenta que el tipo de dispositivo a usar variaba considerablemente, ya que al ser un equipo que maneja alta frecuencia requería de un tiempo de trasmisión de señal mayor, haciendo la frecuencia entre cada interrogación menor y por consiguiente limitaba su instalación a lugares de baja velocidad de transito en carreteras.

Figura 9. Reader en el poste



7.3.3. Modelo definitivo. Se optó por la solución que proporcionara la mayor satisfacción de necesidades, el modelo B evolucionó con nuevos conceptos además del surgimiento de nuevos elementos que se nombran a continuación:

🔧 Baterías. Para alimentar tanto el RDSM como el Reader y una posible malla electrificada para la protección.

🔧 Panel Solar y Controlador. Para cargar las baterías y no depender de la energía eléctrica (para estas pruebas el prototipo no tiene alimentación de la red eléctrica)

Se discutió con el equipo de trabajo y el tamaño de las baterías se escogió acorde a que en caso de daño del panel solar pudiese ofrecer un lapso de 5 días para su reparación, el peso del banco de baterías ascendió a 180kg por esta decisión.

Según esto se decidió por dos posibles modos de instalación:

🔧 Modo A. Los elementos están sujetos al poste de forma vertical

🔧 Modo B. Las baterías se colocan sobre el poste con el fin de proteger al máximo el panel solar.

Figura 10. Modo A

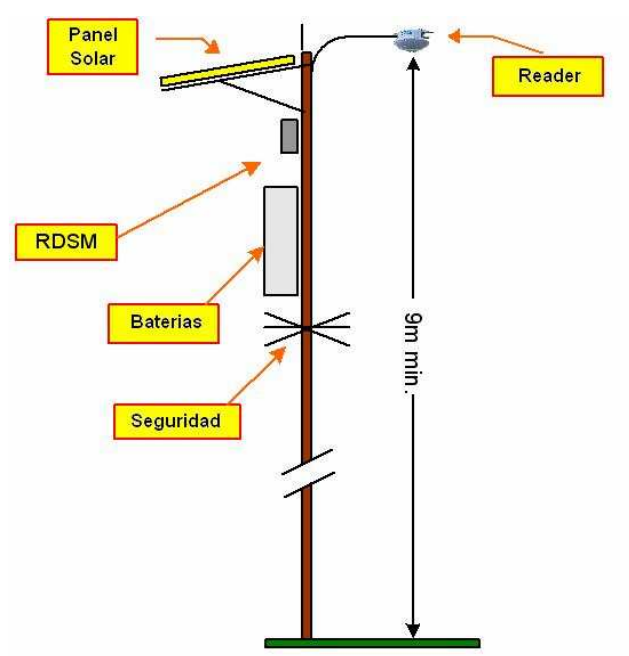
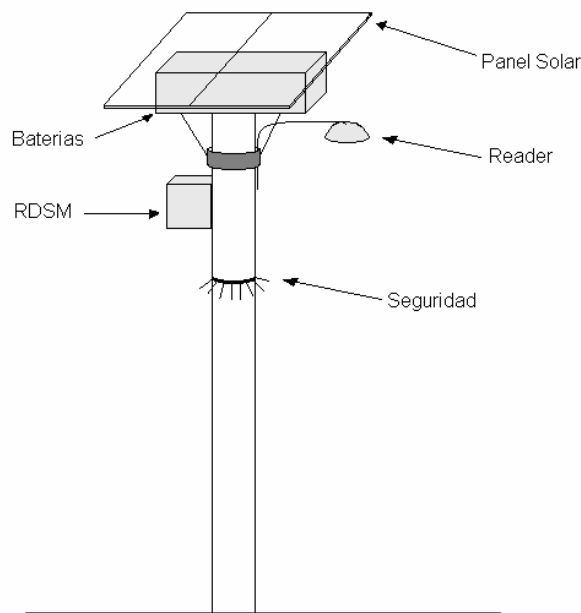
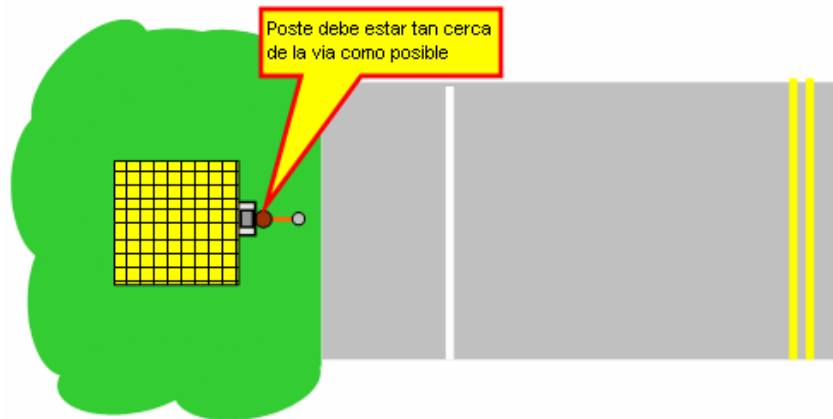


Figura 11. Modo B



Cabe mencionar que debido al dispositivo a usar, se convirtió en una necesidad hacer la instalación lo más cercana a la vía posible, esto con el fin de obtener la mayor cobertura y posibilidad de lecturas efectivas.

Figura 12. Vista superior de la carretera



7.4. SITE SURVEY

Para el éxito del GTC se necesitó del estudio detallado de los posibles lugares de instalación, no solo para las pruebas sino para el servicio completo. Dentro del alcance de este proyecto se examinaron varios puntos en la vía Buenaventura – Cali mediante el siguiente criterio de selección:

🚦 Velocidad de vehículos: Se recomendó una velocidad baja aproximadamente de 30Km/h, esto con el fin de incrementar la fiabilidad del sistema ya que a mayores velocidades, mayor la posibilidad de perdida de la información. Con este criterio se trato de buscar lugares con reductores de velocidad, curvas o peajes.

🔌 Disponibilidad de energía: Ubicarse cerca a una fuente de energía fue otra consideración, muchos puntos fueron rechazados por este criterio.

📶 Cobertura GPRS del proveedor: Punto esencial ya que el sistema debe contar con acceso a Internet las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

Con este estudio se llego a 3 sitios estratégicos para las pruebas:

Tabla 3. Punto Yumbo

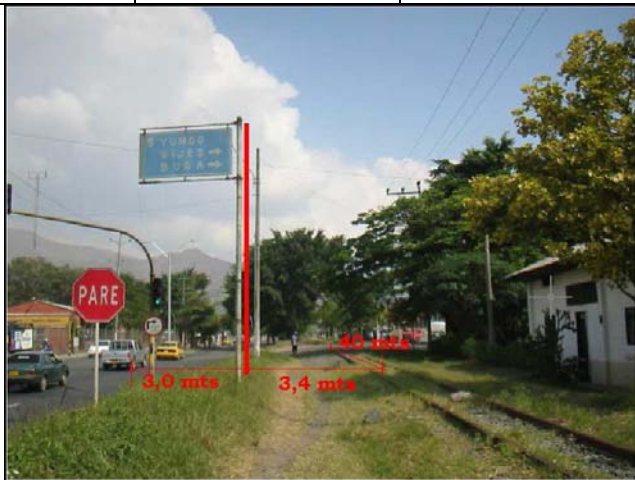
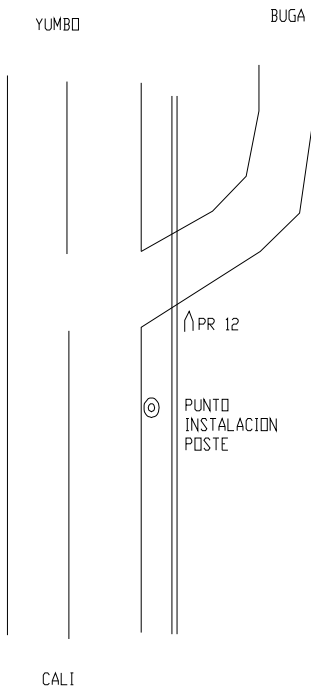
PUNTO EN LA VIA	PR	POSICION (GPS)	
		NORTE	OESTE
Carretera Cali – Yumbo – Mediacanoa Sector: YUMBO	11+960	03° 34' 52.9"	76° 29' 22.7"
La instalación se realizara paralela a la señal tipo bandera instalada en este sitio. El punto se encuentra a 3,4 metros de la vía férrea y ha 3 metros de la carretera. En el sitio no se requiere de trabajos de corte ni poda de árboles.			
INVIAS			
PLANO DE LOCALIZACION			
			

Tabla 4. Punto Loboguerrero

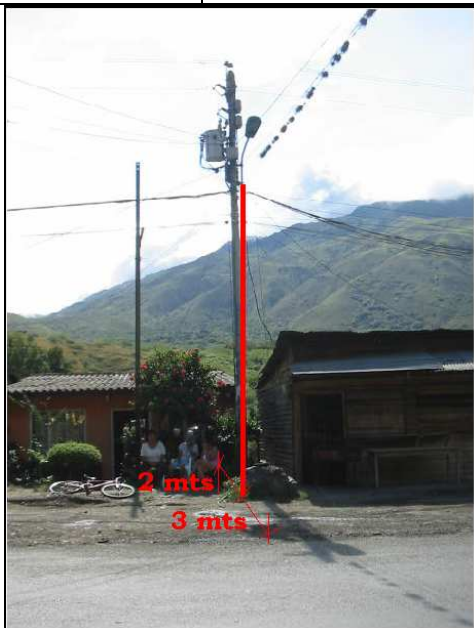
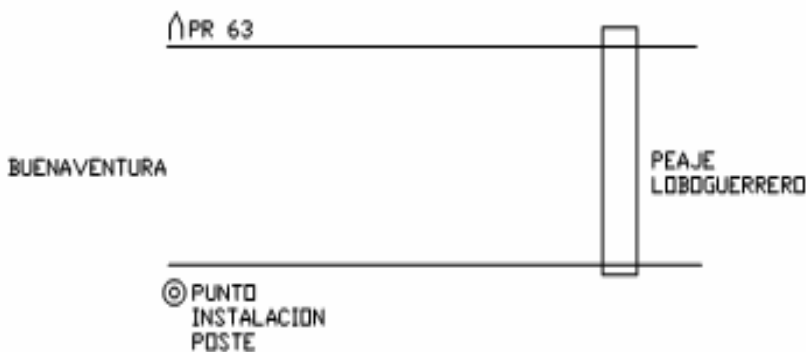

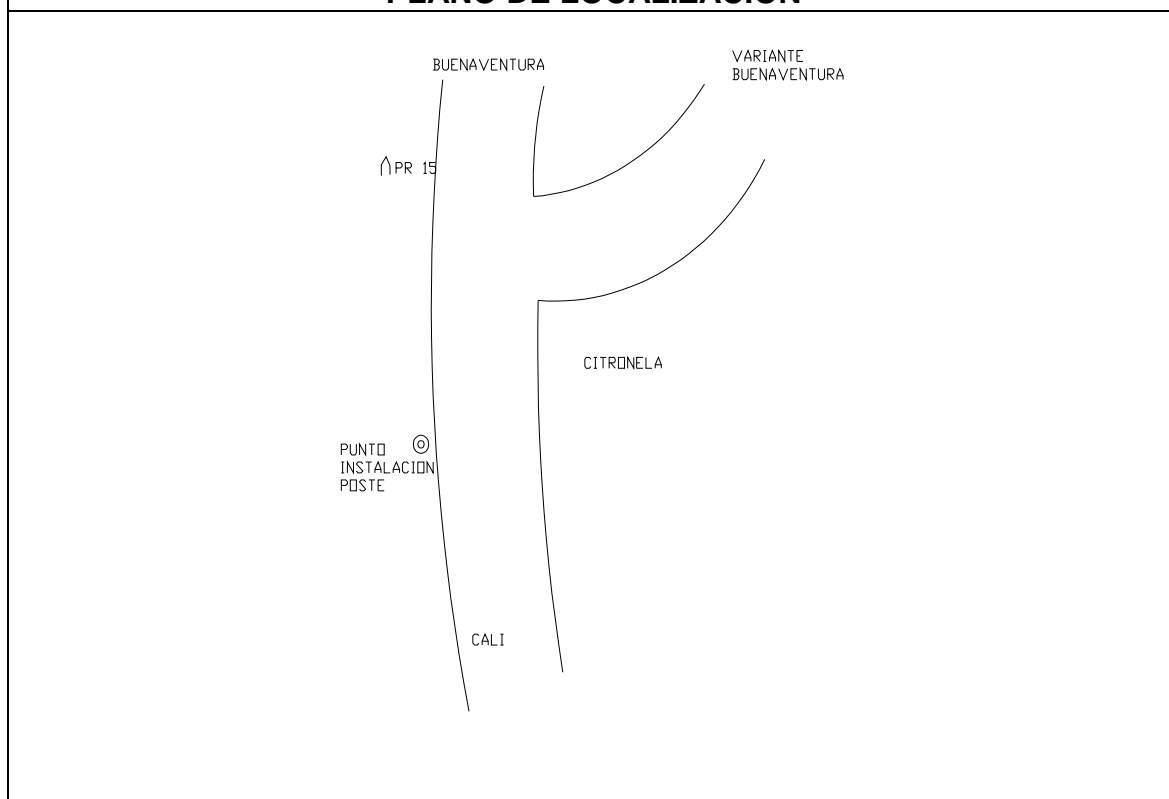
PUNTO EN LA VIA	PR	POSICION (GPS)	
		NORTE	OESTE
Buenaventura – Buga. Sector: antes del PEAJES LOBOGUERRO	63	03º 45' 51.7"	76º 40' 1.7"
La instalación se realizara paralelo al poste de media tensión. El punto se encuentra a 2 metros de la línea de paramento y a 3 metros de la carretera. En el sitio no se requiere de trabajos de corte ni poda de árboles. INVIAS			
PLANO DE LOCALIZACION			
			

Tabla 5. Punto Entrada Buenaventura

PUNTO EN LA VIA	PR	POSICION (GPS)	
		NORTE	OESTE
Buenaventura – Buga. Sector: Citronela	15+300	03° 52' 58.3"	76° 57' 38.4"
<p>La instalación se realizara paralela a la señal instalada en este sitio.</p> <p>El punto se encuentra a 2,5 metros de la carretera.</p> <p>En el sitio no se requiere de trabajos de corte ni poda de árboles.</p> <p>INVIAS</p>			

PLANO DE LOCALIZACION



7.5. COMPONENTES DEL SISTEMA

7.5.1. Savi® SR-650 Reader. Es un lector fijo que captura la ubicación y el estado de específicos ítems en transito — usando control por paso o continuo — desde los RFID Tags y la envía al Savi Smartchain® SiteManager, Savi® Retriever, u otras plataformas. El Savi Reader provee una combinación única de características que efectivamente resuelven un amplio margen de requerimientos en captura de datos.

Los Savi® Readers se han vuelto piezas indispensables para la cadena de suministro para algunos de las mas grandes cadenas de monitoreo inalámbrico en el mundo. El uso de Savi Readers con Savi Signposts y SaviTags brinda a estos negocios la oportunidad de integrar la captura de datos en tiempo real a sistemas de información, y ayudar a crear más precisos, más confiables, seguros y rápidos procesos de suministros.

Figura 13. Savi® Reader



Fuente: Savi® Reader [en línea]: Savi® Fixed Reader Datasheet. Mountain View, California: Savi® Technology, 2006. [consultado 12 de Febrero de 2007]. Disponible en Internet: http://www.savi.com/products/SaviReader_650.pdf

Tabla 6. Especificaciones Savi® SR-650 Reader

Físicas	Dimensiones:	30 cm. diámetro x 14 cm. alto
	Peso:	1.9 Kg.
	Material:	Polipropileno con Inhibidores UV
Receptor RF	Frecuencia:	433.92 MHz
	Rango:	100 M Típicamente
	Modulación:	FSK, desviación +/- 35KHz para recibir, +/- 50 KHz para transmitir
	Sensitividad:	100 dBm
	Tipo:	Superheterodino

	IF Frecuencia: Rata de Datos: Protocolo Aéreo:	10.7 MHz 27.8 Kbps Savi EchoPoint Air Protocol 2.1 Comandos UHF doble vía Comandos de extensión de Sello BCS & EBCS – Protocolo aéreo para ST 41x
RFID	Compatibilidad del Tag: Memoria Digital:	Todos los Tag Savi RFID Memoria no volátil interna de 512 Kbytes para datos de Tags
RED	Interfaz: Mejoras: Protocolo: Diagnósticos:	Red del Reader soporta conectividad inalámbrica con el computador principal vía comunicación externa 802.11b Soporta interfaces Ethernet, RS232 y RS485 Soporta descarga de firmware Protocolo UDAP sobre Ethernet 10 Base-T Soporta reportes de estado remotos
Energía	Fuente AC: Fuente DC:	Fuente de Energía Universal 92-250 VAC, 50/60 Hz, 300 mA Máximo 12-24 VDC, 500mA promedio

Fuente: Savi® Reader [en línea]: Savi® Fixed Reader Datasheet. Mountain View, California: Savi® Technology, 2006. [consultado 12 de Febrero de 2007]. Disponible en Internet: http://www.savi.com/products/SaviReader_650.pdf

7.5.2. Savi® Tags. Son los sellos electrónicos por preferencia, estos poseen diferentes características y su utilización dependerá de la condición del servicio, ambos sellos pueden usarse tanto conjuntamente (mayor seguridad) como individualmente.

- **Savi® SensorTag 662.** Es un sello externo reutilizable que es resultado de la integración de un sello mecánico convencional ISO 17712 (estándar de fuerza, especificaciones y pruebas), con una avanzada electrónica la cual tiene como propósito dar a conocer si el contenedor ha sido violado, además de colaborar con la visibilidad del contenedor en la red.

Tabla 7. Especificaciones Savi® SensorTag 662

Físicas	Dimensiones: Peso:	6.73 cm. x 3.18 cm. x 6.35 cm 181 g
Receptor LF	Frecuencia: Rango: Modulación:	123 kHz 4 m desde Savi Signposts; Hasta 1.07 m desde Savi Mobile Readers ASK on-off keying

	Tasa de Datos: Codificación Datos: Protocolo Aéreo:	1.6 Kbps Promedio, 50% ciclo útil Modulación por Ancho de Pulso PWM Savi EchoPoint LF Air Protocol 1.1
Transmisor/Receptor UHF	Frecuencia: Rango: Protocolo Aéreo: Modulación: Tasa de Datos: Codificación Datos: Max. Potencia Transmitida: Antena:	433.92 MHz Hasta 91 m línea de vista montado en un contenedor para Savi Fixed Readers; Hasta 61 m para Savi Mobile Readers Savi's EchoPoint Air Protocol 2.2 FSK, desviación +/- 50KHz 27.8 Kbps; 50% ciclo útil Manchester -7 dBm; 0.6 mW pico Loop Interno
Identificación de Tag	EchoPoint Air Protocol 2.1:	Soporta identificación del tag de 32-bit
Digital	Memoria Tag: Interfaces:	Interna no-volátil EEPROM 32K Byte; Memoria Usuario 16 KB Inalámbrica (RF Read/Write)
Energía	Tipo Batería: Vida Batería:	Tamaño 'AA' 3.6 voltios litio primario (Li-SOCl2), no-cargable y no-reemplazable. Aproximadamente 4 años, dependiendo del uso

Fuente: Savi® SensorTag 662 [CD-ROM]: ST-662-001 Datasheet. Mountain View, California: Savi® Technology, 2006. [consultado 16 de Marzo de 2007].

Figura 14. Savi® SensorTag 662



Fuente: Savi® SensorTag 662 [CD-ROM]: ST-662-001 Datasheet. Mountain View, California: Savi® Technology, 2006. [consultado 16 de Marzo de 2007].

- **Savi® SensorTag 676.** Es un sofisticado sello electrónico interno que además de informar si el contenedor es violado, provee de valiosa información como temperatura interna, nivel de luminosidad interna y registro de eventos de vibración entre otros.

Figura 15. Savi® SensorTag 676



Fuente: Savi® SensorTag 676 [en línea]: ST-676 Datasheet. Mountain View, California: Savi® Technology, 2006. [consultado 20 de Febrero de 2007]. Disponible en Internet: http://www.savi.com/products/SensorTag_676.pdf

Tabla 8. Especificaciones Savi® SensorTag 676

Receptor LF (Downlink)	Frecuencia:	123 kHz
	Rango:	4 m desde Savi Signposts; Hasta 1.2 m desde Savi Mobile Readers
	Modulación:	ASK on-off keying
	Tasa de Datos:	1.6 Kbps Promedio, 50% ciclo útil
	Codificación Datos:	Modulación por Ancho de Pulso PWM
Transmisor/Receptor UHF	Protocolo Aéreo:	Savi EchoPoint LF Air Protocol 1.1
	Frecuencia:	433.92 MHz
	Rango:	Hasta 91 m línea de vista montado en un contenedor para Savi Fixed Readers; Hasta 61 m para Savi Mobile Readers
	Protocolo Aéreo:	Savi's EchoPoint Air Protocol 2.2 y Extensión Sensor Protocol; Compatible con Savi EchoPoint Air Protocol 2.1; EBCS
	Modulación:	FSK, desviación +/- 50KHz
	Tasa de Datos:	27.8 Kbps

	Codificación Datos: Max. Potencia Transmitida: Antena:	Manchester -7 dBm (9.6 mW) típicamente Parche externo
Identificación de Tag	EchoPoint Air Protocol 2.1: Comandos BCS/EBCS:	Soporta identificación del tag de 32-bit Soporta identificación del tag de 22-bit - Soporta Sensor data byte
Digital	Memoria del Sensor: Memoria Usuario: Interfaces: ID Dueño:	Memoria interna no volátil 32 kbytes Memoria interna no volátil 128 kbytes Inalámbrica (RF Read/Write) & alambrada (RS-485 Expansión Puerto Sensor) 3 bytes, programable
Energía	Tipo Batería: Vida Materia:	Tamaño 'AA' 3.6 voltios litio primario (Li-SOCl ₂), reemplazable y cerrada herméticamente Aproximadamente 4 años, dependiendo del uso

Fuente: Savi® SensorTag 676 [en línea]: ST-676 Datasheet. Mountain View, California: Savi® Technology, 2006. [consultado 20 de Febrero de 2007]. Disponible en Internet: http://www.savi.com/products/SensorTag_676.pdf

7.5.3. Prototipo RDSM. *Rapid Deployable Site Machine*, es un sistema de computadora modular con cubierta industrial la cual es configurada para un uso externo específico. Es entregado totalmente probado listo para instalar en postes o pared. Las opciones de configuración varían desde un concentrador (switch) en una red local LAN simple hasta un completo Windows™ con conexiones WAN. Con el rango de opciones del Windows XP embebido, el RDSM soporta cualquier aplicación basada en Windows, tal como el Savi Site Manager.

Figura 16. Prototipo RDSM en Poste



◇ **Cubierta.** Tiene las siguientes características:

- ✚ Tamaño: 406mm x 356mm x 203mm
- ✚ Peso: Menos de 7Kg, totalmente llenos
- ✚ Material: Poliéster ligero moldeado gris fibra de vidrio, UV resistente
- ✚ Material Bisagra: Acero Tipo 316
- ✚ Grado de Seguridad: UL 508, UL 508A certificado E61997
- ✚ Grado de Seguridad Cubierta: NEMA 4, 4x, 12 y 13
- ✚ Grado de la Humedad: IP56 o mejor
- ✚ Gama de Temperatura de Operación: 0C a +40C

◇ **Computador.** Cuenta internamente con los siguientes dispositivos:

- ✚ AMD Geode a 333MHz
- ✚ 256 MB DRAM
- ✚ 1GB Disco De Memoria de Estado Sólido (Flash)
- ✚ Display Compatible VGA
- ✚ 4 puertos @USB 2.0; 3 puertos @RS-232, 1 puerto @Paralelo

◇ **Software.** Se usan diversas aplicaciones para su configuración y mantenimiento remoto:

- ✚ Sistema Operativo: Microsoft Windows XP Embebido FP 2007
- ✚ Aplicación de Control RF: **Savi Site Manager 5.6.16**
- ✚ Aplicación de Sincronización de tiempo: Tardis 2000
- ✚ Aplicación de Acceso Remoto: Laplink Everywhere

- **Savi® Site Manager.** El Site Manager es un bloque fundamental de la solución, provee un sistema de control integrado, a nivel de nodos para la colección de datos y la configuración del sistema. Al consolidar dispositivos, sistema y colección de datos para una instalación o ubicación específica, el Site Manager simplifica las operaciones y reduce costos totales de pertenencia, mientras provee una funcionalidad única que puede incorporarse exitosa y confiablemente a una red de nodos.

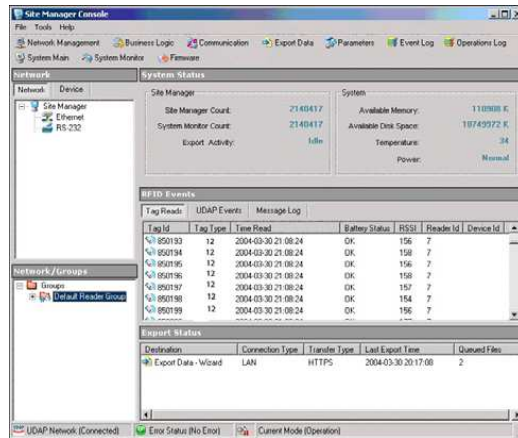
El Site Manager recolecta grandes cantidades de datos de los tags leídos por los Readers RFID, además de una amplia gama de datos de diversas fuentes de colección de datos automáticas, tales como, Lectores de RFID pasivos, escaners de código de barras y sistemas de posicionamiento global (GPS), entre otros.

El software lee los datos y los convierte a un formato común permitido por el Protocolo Universal de la Aplicación de Datos (UDAP), además, filtra y remueve lecturas RFID duplicadas e innecesarias del flujo de datos, salvando datos valiosos hasta que sean exportados a la plataforma basada en Internet, en este caso, TSS.

Las características principales y beneficios son:

- ✚ Adaptadores de software modular que permiten integración “plug and play” virtualmente con cualquier tecnología AIDC incluyendo sistemas EPC.
- ✚ Manejo centralizado de reglas y requerimientos para asegurar que la colección de datos iguale los requerimientos tanto del constituyente local y de red.
- ✚ Procesamiento extensivo basado en reglas y reportes para funciones específicas, como también colección y distribución de alertas y alarmas basadas en excepciones de la red local.
- ✚ Configuración dinámica a través de nodos y dispositivos.
- ✚ Reducción de costos de manejo del sistema.
- ✚ Filtrado y condicionamiento en tiempo real de la fuente de datos para prevenir sobrecarga a las aplicaciones.
- ✚ Administración remota desde otros puntos de la red.

Figura 17. Savi Site Manager



◇ **Modem GPRS.** Cuenta con las siguientes características:

- 🔧 Digi Connect-IA DC WAN-F501
- 🔧 Conecta el RDSM al servidor Savi TSS via Internet
- 🔧 Antena integrada stub

Figura 18. Componentes Internos RDSM



7.5.4. TSS. *Transportation Security System*, es una aplicación basada en Internet en un servidor donde los usuarios pueden tener completa visibilidad de sus mercancías y mantener registro de alertas en caso de una novedad, además, la aplicación permite:

- ✚ Acelerar los cargamentos a través de la cadena de suministro.
- ✚ Verificar que un contenedor ha alcanzado un punto seguro mediante los procedimientos de seguridad requeridos.
- ✚ Reducir significativamente la posibilidad de una violación del contenedor en tránsito.
- ✚ Ejecutar planeamiento de rutas, verificación y ajustes basados en movimientos actuales de activos.

La aplicación puede correr en diversos sistemas operativos y con distintas configuraciones:

- ✚ SO: MS Windows 2000, Sun Solaris 8, Red Hat Linux 7.2
- ✚ Servidor Web: MS IIS 5.0, Apache 1.3
- ✚ Servidor Aplicación: BEA WebLogic 7.0 SP3
- ✚ Base de Datos: Oracle 9i

Cabe mencionar que existe un servidor global exclusivo de Savi Networks donde controlan sus redes en diversos puertos del mundo pero para EMPREVI se cuenta con un servidor exclusivo localizado en un centro de hosting en California llamado Quest.

7.5.5. Panel solar. Como para estas pruebas se decidió optar solo por energía solar y no eléctrica, se pensó en el módulo fotovoltaico de Sharp NE-170U1 ya que ofrece alto desempeño y una durabilidad de alto nivel industrial para requerimientos de alta potencia eléctrica.

Tabla 9. Características Mecánicas Panel Solar

CARACTERISTICAS MECANICAS	
Dimensiones (A x B x C abajo)	1575mm x 826mm x 46mm
Peso	37.485lbs / 17.0kg
Configuración del Paquete	2 piezas por cartón
Tamaño del Cartón	1700mm x 970mm x 130mm
Capacidad de Carga (20 ft container)	168 piezas (84 cartones)
Capacidad de Carga (48 ft container)	448 piezas (224 cartones)
Capacidad de Carga (53 ft container)	504 piezas (252 cartones)

Fuente: Sharp Solar Module [en línea]: NE-170U1 Datasheet. Huntington Beach, California: Sharp Electronics Corporation, 2005. [consultado 15 de Abril de 2007]. Disponible en Internet: http://solar.sharppusa.com/files/sol_dow_170W_SS.pdf

Usando una tecnología perfeccionada por el desarrollo e investigación de Sharp, estos módulos incorporan un avanzado proceso de recubrimiento superficial que incrementa la eficiencia en la absorción de luz. Están diseñados para soportar condiciones rigurosas de operación, por esto, estos módulos son la combinación perfecta de tecnología y confiabilidad.

Tabla 10. Características Eléctricas Panel Solar

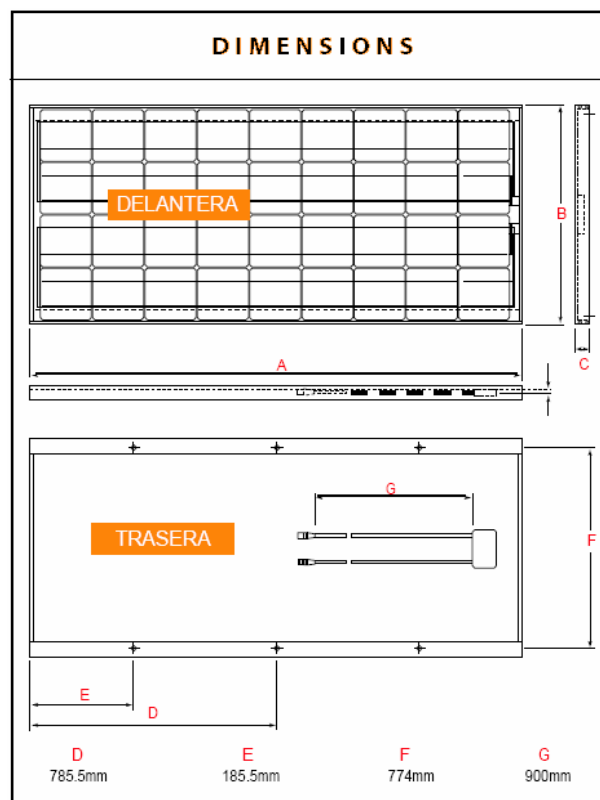
CARACTERISTICAS ELECTRICAS	
Celdas	Silicio Policristalino
No. de Celdas y Conexiones	72 in series
Voltaje de Circuito Abierto (Voc)	43.2V
Voltaje de Potencia Máxima (Vpm)	34.8V
Corriente Corto Circuito (Isc)	5.47A
Corriente de Potencia Máxima (Ipm)	4.9A
Potencia Máxima (Pmax)*	170W (+10% / -5%)
Modulo de Eficiencia (η_m)	13.10%
Voltaje de Sistema Maximo	600VDC
Fusible tipo	10A
Tipo de Terminal de Salida	Cable de Plomo con Conector MC

* (STC) Standard Test Conditions: 25°C, 1 kW/m², AM 1.5

Fuente: Sharp Solar Module [en línea]: NE-170U1 Datasheet. Huntington Beach, California: Sharp Electronics Corporation, 2005. [consultado 15 de Abril de 2007]. Disponible en Internet: http://solar.sharppusa.com/files/sol_dow_170W_SS.pdf

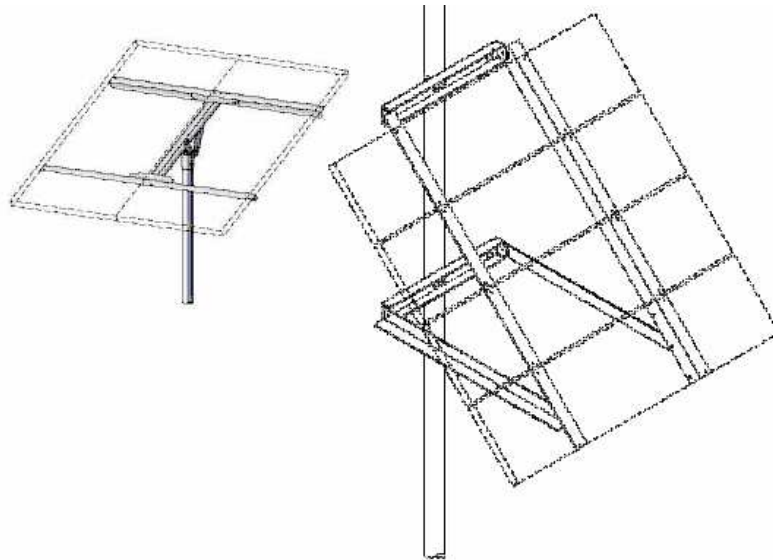
Estos paneles a su vez que son una gran solución, traen un gran inconveniente, su lujo es la principal razón por la cual son motivo de hurto y en algunos casos, vandalismo.

Figura 19. Dimensiones del panel solar



Fuente: Sharp Solar Module [en línea]: NE-170U1 Datasheet. Huntington Beach, California: Sharp Electronics Corporation, 2005. [consultado 15 de Abril de 2007]. Disponible en Internet: http://solar.sharppusa.com/files/sol_dow_170W_SS.pdf

Figura 20. Modos De Instalación del Panel Solar



Fuente: Carmanah Power Structures [CD-ROM]: Mounting Structure for Solar Panels. Santa Cruz, California: Carmanah Technologies Corporation, 2005. [consultado 16 de Abril de 2007].

7.5.6. Controlador solar. Para la carga de las baterías se necesitaba un controlador especial, un controlador solar que mediante algoritmos de carga específicos pudiera proveer diferentes ventajas, por tales razones se escogió el controlador solar Morningstar ProStar, que:

- ✚ Añade nuevas características y protecciones usando una avanzada tecnología
- ✚ Provee más vida a la batería y un desempeño superior
- ✚ Establece nuevos estándares de confiabilidad y propios diagnósticos

Características Estándares:

- ✚ 30 amp, 12 voltios
- ✚ Vida estimada 15 años

- ✚ Carga mediante PWM
- ✚ Jumper para eliminar interferencia telecomunicaciones
- ✚ Compensación temperatura
- ✚ Ninguna conmutación o medida en la pierna aterrizada
- ✚ 100% de estado sólido
- ✚ Caídas de voltaje muy bajas
- ✚ Compensación de corriente por desconexión de bajo voltaje (LVD)
- ✚ Leds indican estados o fallas
- ✚ Sobrecargas hasta del 25%
- ✚ Sensores remotos de voltaje

Figura 21. Controlador Solar ProStar

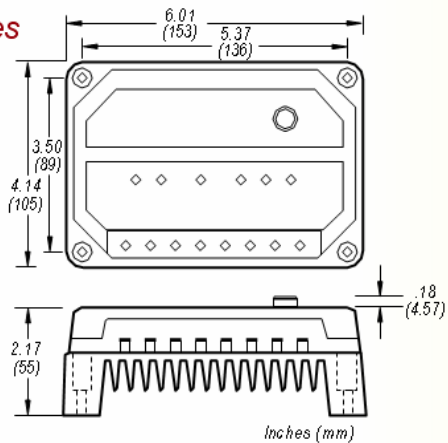


Figura 22. Especificaciones Controlador Solar ProStar

**Especificaciones
Mecánicas:**

Peso:
12 oz
(0.34 kg)

Tamaño Cable:
#6 AWG
(16 mm²)



Fuente: MorningStar Products [en línea]: MorningStar ProStar Datasheet. Washington Crossing, Pennsylvania: MorningStar Corporation, 2005. [consultado 15 de Abril de 2007]. Disponible en Internet: http://www.morningstarcorp.com/products/-spanish/ProStar/info/PS_DataSheet.pdf

El ProStar tiene etapas de carga para proveer un incremento tanto en la capacidad como en la vida de la batería.

Figura 23. Etapas de carga Vs. Tiempo



Fuente: MorningStar Products [en línea]: MorningStar ProStar Datasheet. Washington Crossing, Pennsylvania: MorningStar Corporation, 2005. [consultado 15 de Abril de 2007]. Disponible en Internet: http://www.morningstarcorp.com/products/-spanish/ProStar/info/PS_DataSheet.pdf

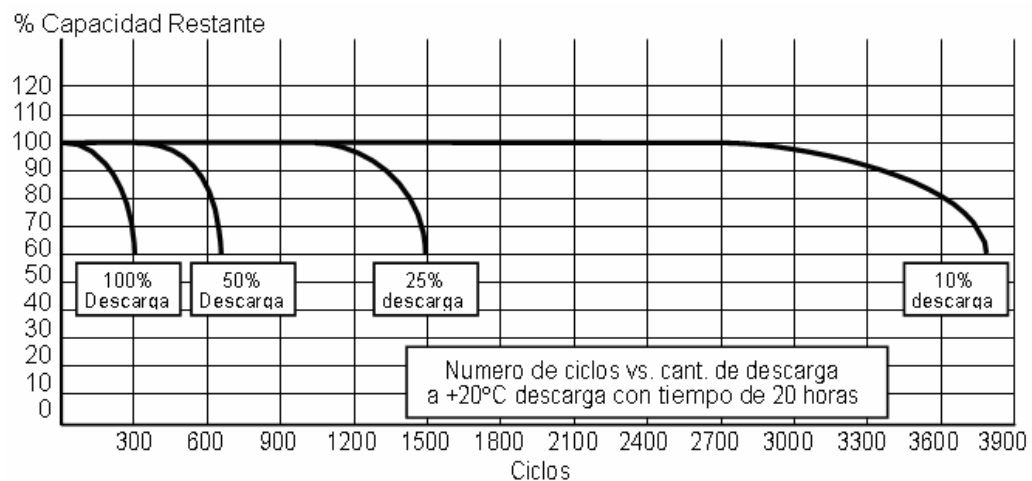
7.5.7. Baterías. Con el fin de proveer de energía constante a los dispositivos, se pensó en la serie de baterías Deka Solar fotovoltaica de válvula regulada y gelificada que está diseñada para ofrecer energía confiable y libre de mantenimiento ya que incorporan un electrolito del tipo gel con consistencia que puede variar desde un estado muy denso al de consistencia similar a una jalea. No se derraman y pueden montarse en casi cualquier posición

Esta diseñada para aplicaciones de energía renovable donde frecuentes ciclos de carga y descarga profunda son requeridos.

Figura 24. Batería Deka Solar Fotovoltaica









Figura 25. Habilidad de Ciclado



Fuente: Baterías [en línea]: Deka Solar Battery Datasheet. Lyon Station, Pennsylvania: East Penn Manufacturing, 2001. [consultado 20 de Abril de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.mrsolar.com/pdf/deka/epm0946.pdf>

Como Principales características se tiene:

 Voltaje:	12 voltios nominales
 Aleación de Placa:	Calcio de Plomo
 Elemento, poste:	Perno prisionero, buje forjado
 Contenedor:	Polipropileno
 Carga voltaje:	Ciclo 2.30 a 2.35; Flotante 2.25 a 2.30 por celda
 Electrolito:	Gel thixotropico acido sulfúrico

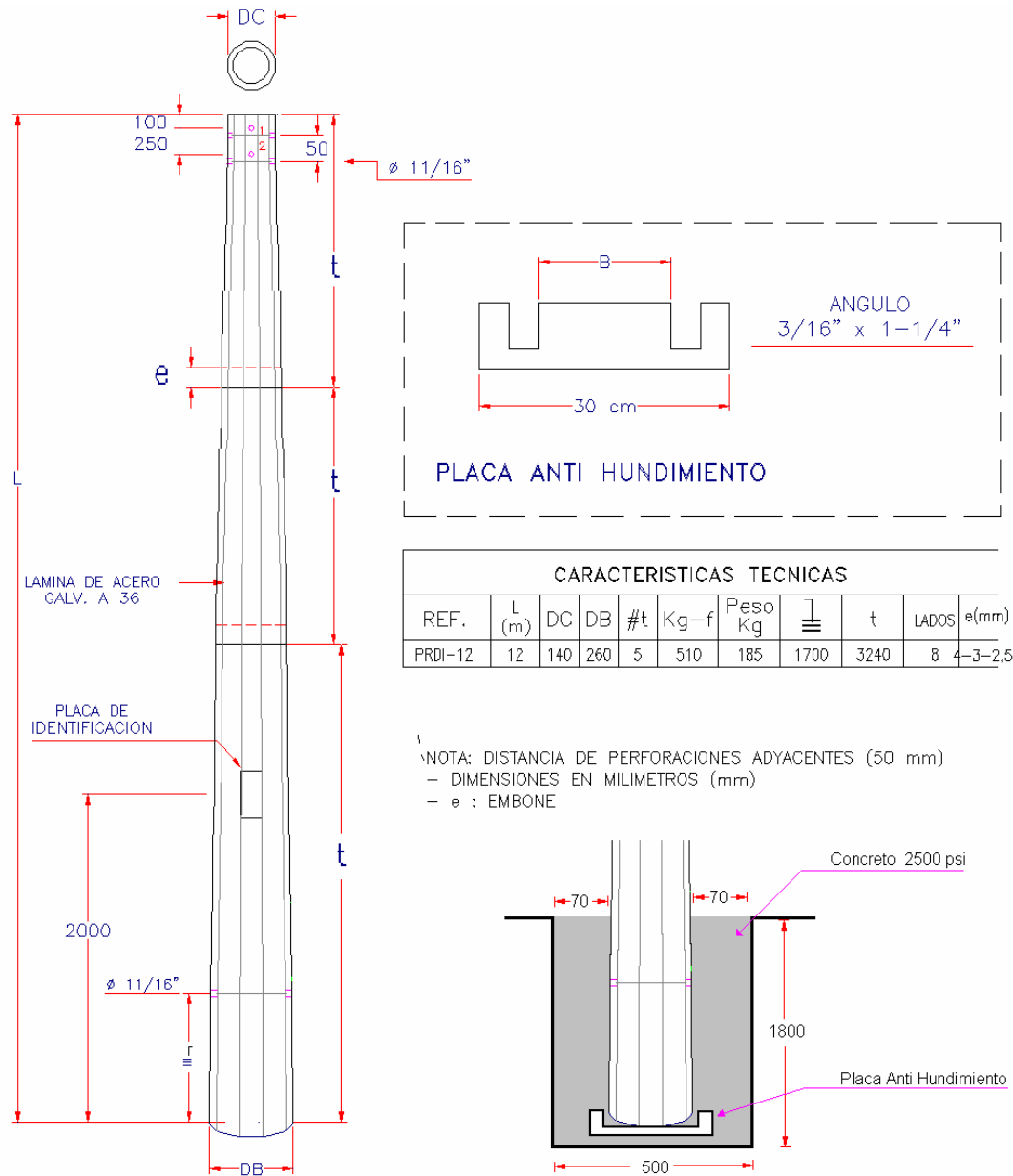
7.5.8. Poste metálico. Se decidió por los postes metálicos en vez de los de concreto por dos simples razones, costos y facilidad de instalación. Aunque un poste metálico es más costoso por si solo, el transporte y la instalación de muchos hacen más económico el proceso completo, que si fueran postes de concreto.

En la figura 26 se muestra además de las especificaciones técnicas del poste metálico escogido, su principal manera de instalación teniendo en cuenta las normas y estatutos de INVIAS.

7.6. ARQUITECTURA

El sistema global de identificación por radiofrecuencia integra diversos dispositivos electrónicos, que cumplen importantes tareas para garantizar la armonía y confiabilidad del sistema.

Figura 26. Especificaciones Técnicas Poste Metálico



Dentro de la arquitectura general (Figura 27) se puede observar lo que se llama como Unidad Funcional, un conjunto de componentes los cuales son el enfoque en este proyecto de pasantía.

Figura 27. Estructura y comunicaciones de la red RFID GTC

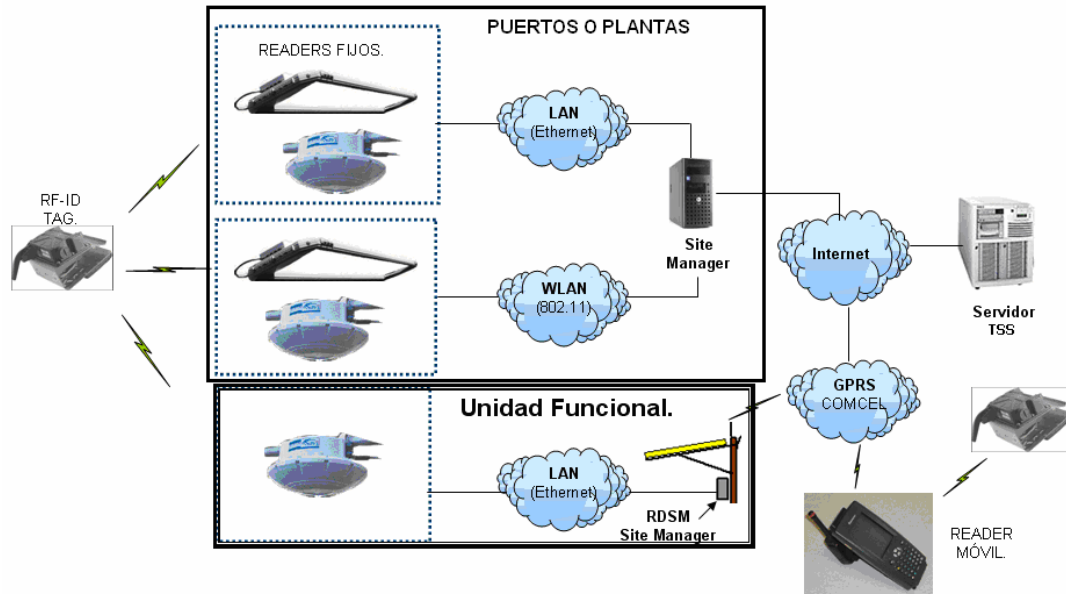
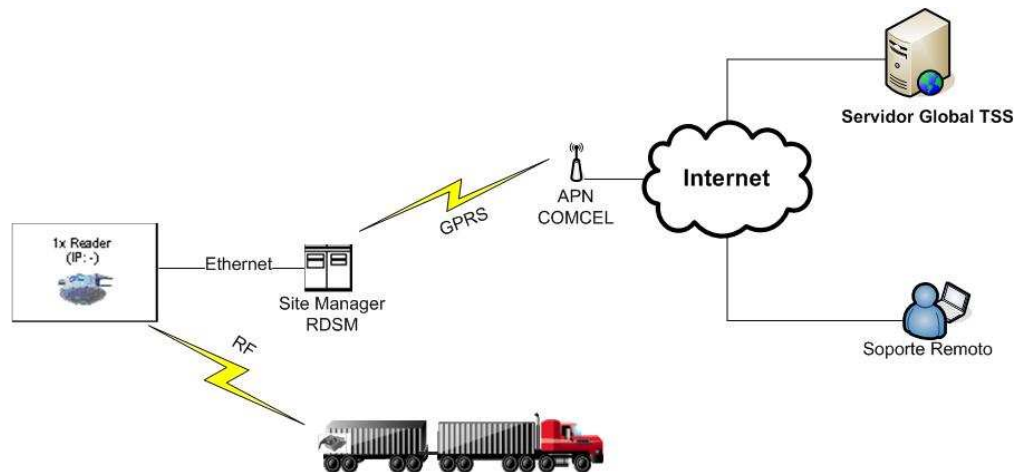


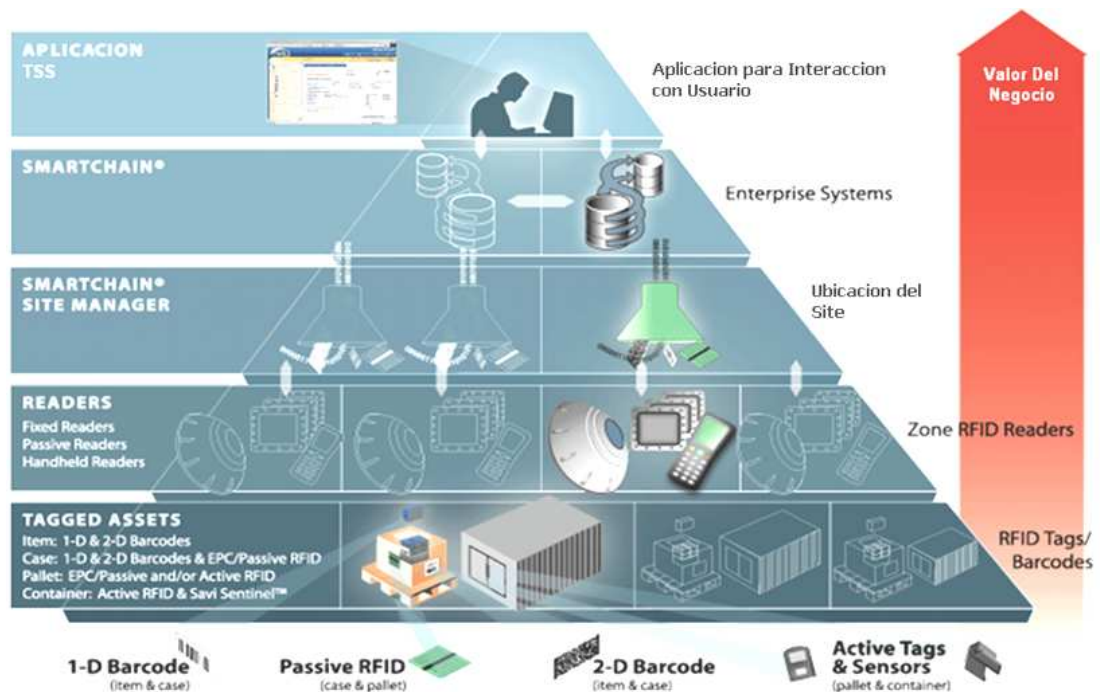
Figura 28. Red local RFID en carretera (Unidad Funcional)



7.7. DESCRIPCION FUNCIONAL DETALLADA

Para garantizar el desempeño exitoso del sistema es necesaria la intervención de diversos elementos y sus respectivas funciones.

Figura 29. Pirámide Elementos RFID



Fuente: Savi® FSE Training Course [CD-ROM]: RFID Business Value Pyramid. Mountain View, California: Savi® Technology, 2006. [consultado 15 de Marzo de 2007].

Basados en la figura anterior, podemos descomponer para este proyecto cada elemento de la siguiente forma, explicando su modo de operación.

7.7.1. Tags. Son la base de la pirámide, aunque siendo los más simples son de igual forma los mas importantes, estos básicamente se componen de un microcontrolador, un temporizador, un transmisor/emisor, una antena y una batería interna, siendo este el caso general, ya que como se mencionó antes, existen modelos de Tags con sensores ambientales.

La función del Tag es esencialmente la de proporcionar registro de cada elemento involucrado en la comisión de un contenedor ya sea de importación o exportación, principalmente a este Tag se le asocia el número del contenedor al cual fue asignado y cada vez que es interrogado por un Reader este entrega toda la información que contiene o la que se le solicita. Los estados de seguridad del Tag se muestran en la siguiente figura.

Figura 30. Estados de seguridad del tag



Figura 31. Ejemplo de información de un tag



7.7.2. Readers. Son los lectores fijos usados por preferencia, gracias a su alta frecuencia (433.92 Mhz) poseen buena propagación y un área de cobertura de 100m de radio, sin embargo, cabe notar que esta cobertura no está bien definida, y es muy sensible al medio ambiente dado que se refleja y se distorsiona (Figura 32)

El reader posee dos antenas UHF polarizadas ortogonalmente (Figura 33) para reducir el impacto de la orientación del Tag dentro del campo del Reader.

Figura 32. Rango señal 433.92 Mhz

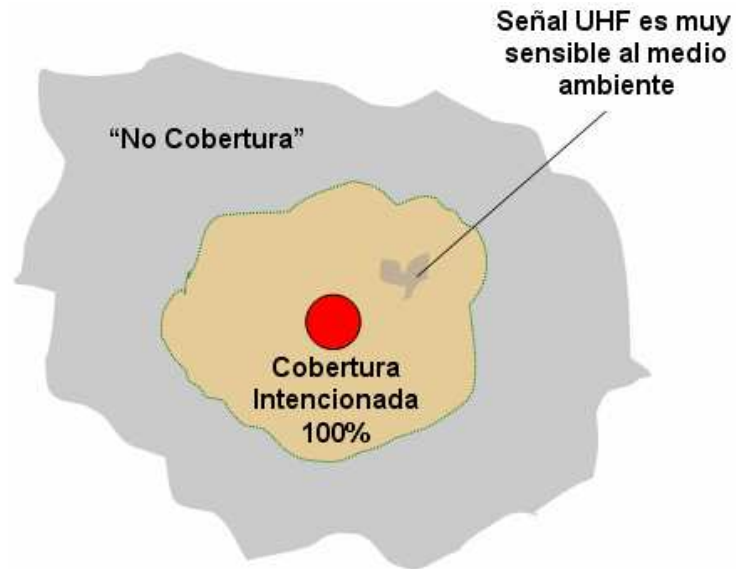
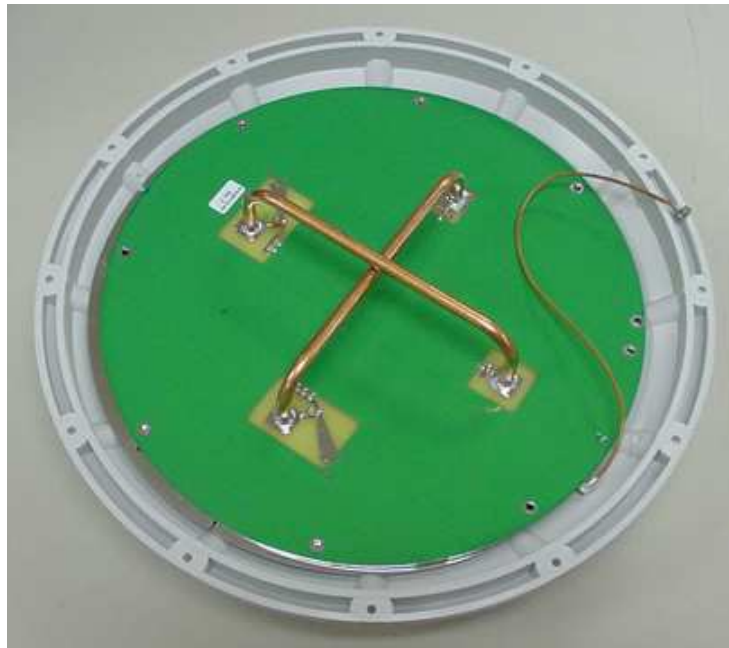


Figura 33. Antenas del reader



Cada antena reporta un RSSI (*Received Signal Strength Indicator*), un nivel de voltaje usado para indicar la fuerza de la señal recibida. Un Reader tiene la capacidad de almacenar hasta 3000 eventos del Tag en su memoria antes de sobrescribir sobre los anteriores.

Los Reader cuentan además con un microcontrolador, codificador/decodificador, un reloj de tiempo real y una interfaz de red para su comunicación mediante el protocolo UDAP con un equipo que cuente con el software Site Manager.

7.7.3. Site Managers. Como su nombre lo indica es un software para el manejo de sitios, se encarga de organizar los datos recibidos de un Reader mediante un red local, y una vez procesados estos datos los convierte en paquetes para ser enviados de forma periódica al servidor que corre la aplicación TSS, por tal motivo es de vital importancia garantizar la conectividad GPRS del Site Manager.

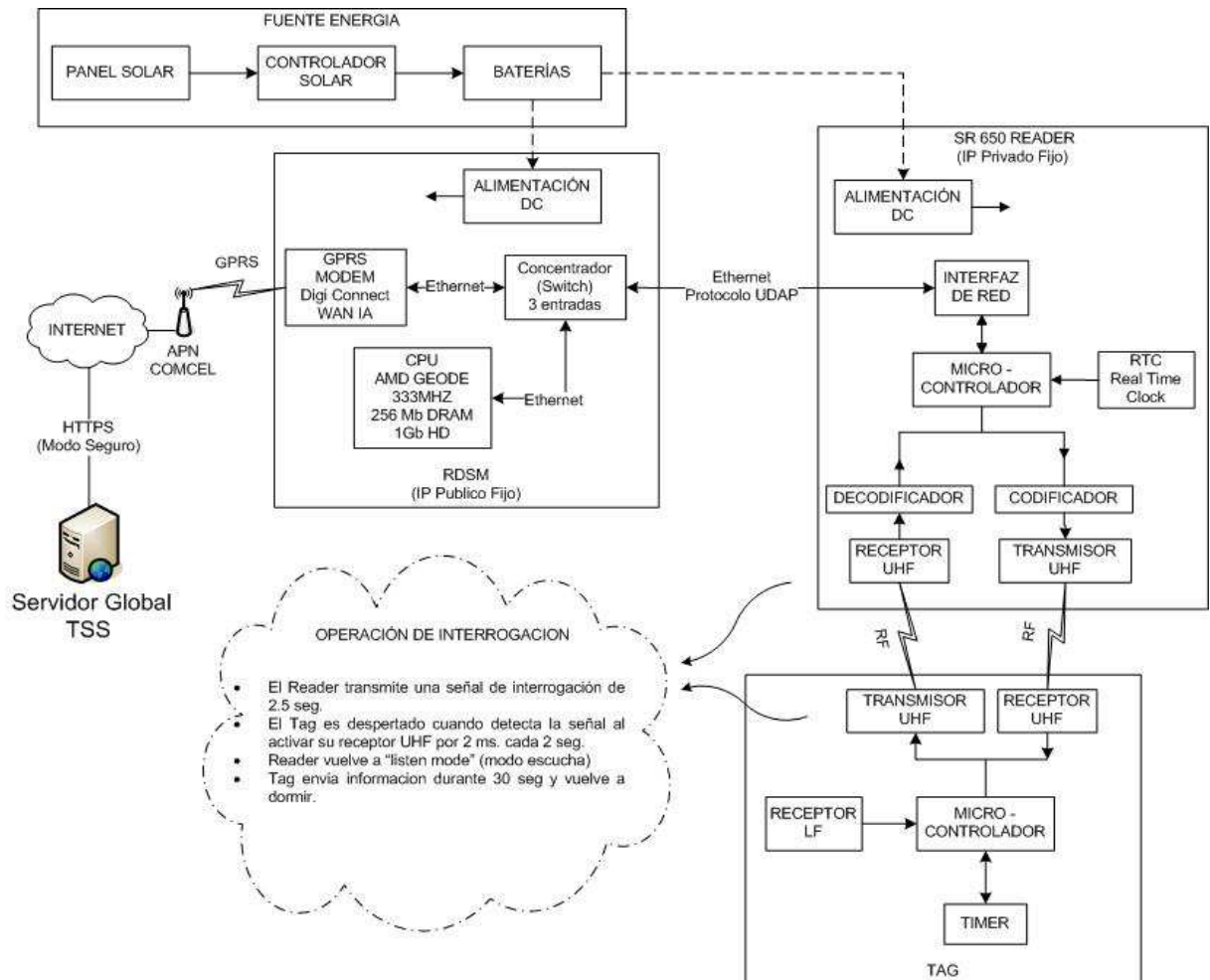
Para este proyecto el software del Site Manager se encuentra dentro del RDMS, que cuenta básicamente con procesador, memoria, MODEM GPRS y un concentrador de red, y en cada sitio puede administrar una gran cantidad de Readers u otros dispositivos.

En este software se establece la frecuencia en la que los Readers deben interrogar en carretera y esta variable depende directamente con la velocidad promedio con la cual se movilizan las tractomulas.

7.7.4. TSS. Es el nivel mas alto de la pirámide y donde la unión de componentes da su fruto, aumentando el valor del negocio ya que es la ventana de entrada tanto de usuarios como de administradores del sistema para mantener seguimiento de los eventos en la red de la mercancía. El sistema además provee alertas dirigidas tanto a EMPREVI como a funcionarios de las empresas clientes.

TSS permite además la creación de nuevos sitios, zonas, tramos y rutas, entre otras cosas, convirtiéndose en una simple y completa solución para el seguimiento de carga a nivel global. Para cerciorarse de la seguridad del tráfico de la información en el servidor, se usa el protocolo HTTPS, siendo este el modo seguro del HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) y es bien conocido por su utilidad en entidades bancarias o por cualquier tipo de servicio que requiera el envío de datos personales o contraseñas.

Figura 34. Esquema funcional detallado



8. PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA

Luego de la etapa de diseño, se prosiguió a configurar el sistema para obtener el mejor desempeño posible.

8.1. LA RED LOCAL

Cada Reader posee una dirección IP fija desde el momento que es creado lo que trae un problema en el momento de intentar una comunicación directa con un PC, se creará una conexión fallida o nula debido a que ambos dispositivos se encontrarán en vecindarios lejanos (no comparten la misma red local), sus IP serán completamente distintas en sus primeras 3 cifras decimales lo que traerá este problema.

La dirección IP del Reader es 10.7.19.11 y comúnmente las redes de Microsoft toman direcciones IP iniciando con 192.xxx.xx.xx, para solucionar esto hay que modificar los parámetros internos del Reader mediante el Microsoft Telnet Client, que sirve para acceder mediante una red a otra máquina, para manejarla como si se estuviese sentado frente a ella.

El primer paso consiste en modificar la dirección IP del PC al cual se le va a conectar el Reader, preferiblemente a 10.7.19.20 con una mascara de subred 255.255.0.0.

Luego de esto la conexión entre el Reader y el PC se hace efectiva, esto se comprueba mediante un PING desde la ventana del símbolo del sistema. (Ping 10.7.19.11).

Ahora se usa el Microsoft Telnet Client y modificamos tanto su IP como su mascara de subred a una mas conveniente para el trabajo a desarrollar.


```
C :> telnet
Microsoft Telnet> set LOCAL_ECHO           'activa echo'
Microsoft Telnet> set open 10.7.19.11 10011 'abre un puerto'
```


Microsoft Telnet> description	
rss	'indica rssi'
localip = 192.xx.xx.xx	'modifica IP'
netmask = 255.255.128.0	'modifica subred'


Una vez los Readers se encuentren comunicados con el PC, estos son fácilmente añadidos al software del Site Manager mediante su función 'Add Device'.

8.2. PARAMETROS EN EL SITE MANAGER

Dentro los principales parámetros que se desean establecer en el Site Manager se encuentran:

-  Periodo entre cada interrogación del Reader: Varía dependiendo del sitio donde se haga la instalación, ya que en cada punto las velocidades de las tractomulas tiende a cambiar, entre mayor es la velocidad, menor debe ser este periodo de tiempo.


-  Dirección Web del TSS: Debe indicarse la dirección exacta donde el Site Manager debe apuntar para enviar su información, además, se requiere especificar el tipo de datos que se va enviar y el tipo de conexión que se va tener con el servidor, en este caso HTTPS.


-  Periodo entre cada envío de información hacia el TSS: De esta variable depende que tan actualizado está el TSS para que los usuarios puedan verificar la información en la red. Normalmente se establece este valor en un minuto.

8.3. TSS

8.3.1. Crear y configurar clientes. Debido a las distintas pruebas realizadas, fue necesaria la creación de clientes con el fin de probar que efectivamente existiera una trazabilidad de la carga en el sistema. Para esto se siguieron los siguientes pasos:

-  Definir y crear compañía. EMPREVI y Cliente

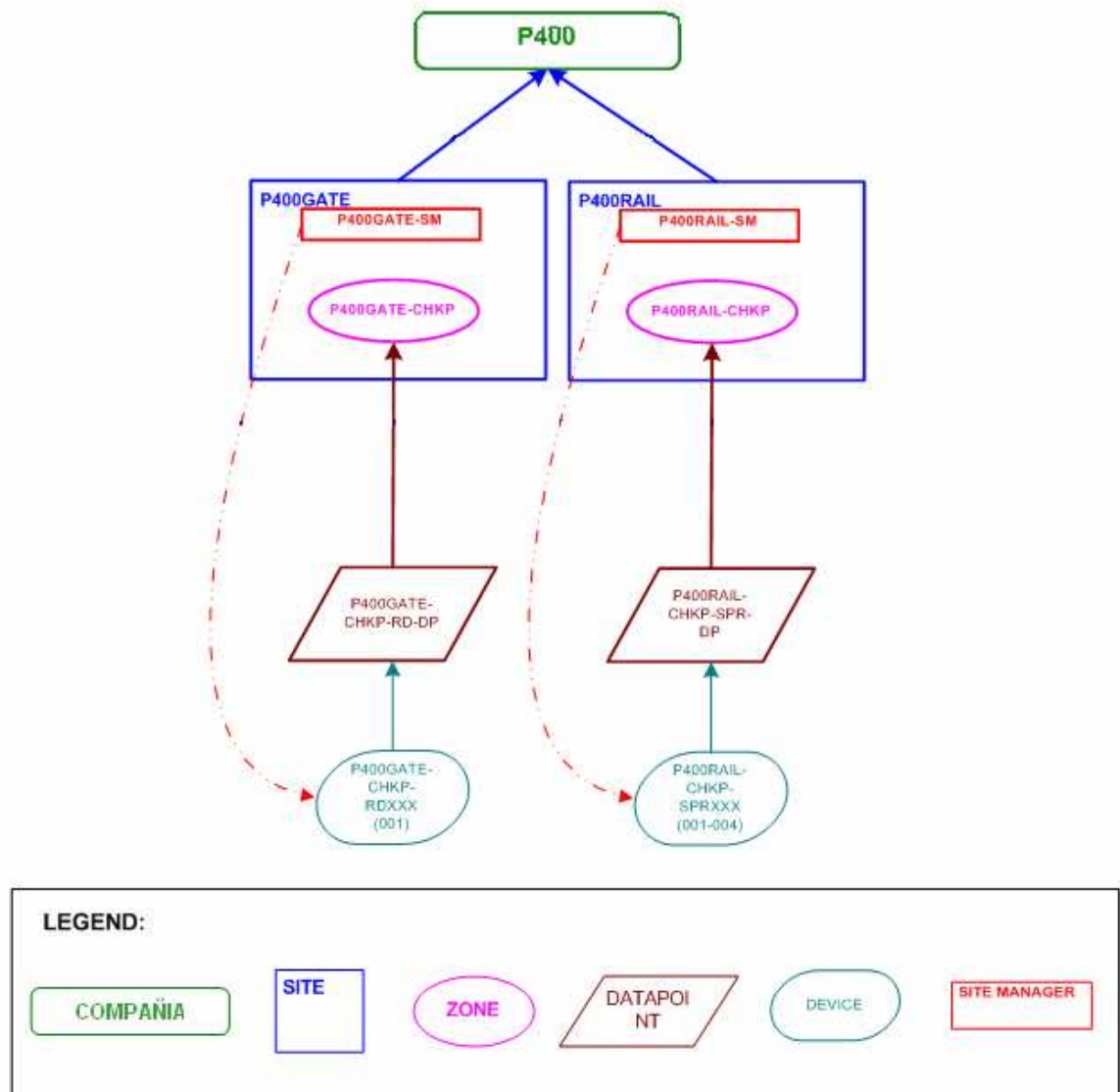
-  Definir y crear sitio(s). Planta cliente, Yumbo, Loboguerrero, Entrada a Buenaventura, Puerto Buenaventura.

-  Definir y crear zona(s). Una zona como mínimo dentro de cada sitio.

✚ Definir y crear datapoints. Un Datapoint es un elemento abstracto encargado de organizar los datos provenientes de un Dispositivo. Existe como mínimo un Datapoint dentro de cada zona.

✚ Definir y crear Devices. Mínimo un dispositivo por cada Datapoint.

Figura 35. Configuración Básica TSS

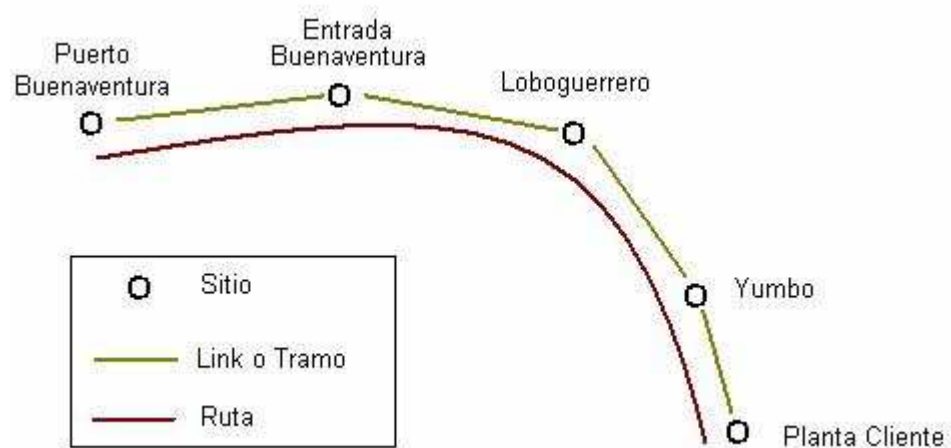


8.3.2. Crear plantillas. Una vez completa la creación de sitios y zonas en el sistema es hora de relacionarlos mediante la creación de plantillas.

✚ Definir y crear plantilla de link. Se unen dos sitios (punto de control) y se establece un tiempo fijo para este trayecto. Además se puede seleccionar el medio de transporte

✚ Definir y crear plantilla de ruta. Una ruta se crea agregando varios links con un orden de seguimiento para cubrir desde un punto de inicio de viaje hasta un punto destino.

Figura 36. Sitios, Links y Rutas



9. RESULTADOS OBTENIDOS

Satisfactoriamente se dio cumplimiento a los objetivos planteados en este proyecto de pasantía presentado para optar por el título de Ingeniero Mecatrónico.

La conectividad GPRS proveída aunque es la mejor solución para comunicación entre Site Manager y TSS, traía algunos inconvenientes aleatorios no drásticos.

Debido a la falta de tiempo y a la consecución del permiso de INVIAS, se optó por realizar instalaciones temporales para la configuración del sistema. De esta forma se comprobó su buen funcionamiento.

Figura 37. Montaje Temporal



10. PRESUPUESTO Y FINANCIACION

Dada la naturaleza del proyecto y las alianzas que se han formado para el desarrollo del mismo, gran parte del financiamiento será de capital extranjero.

Savi Networks se hace responsable por todo aquello relacionado a las instalaciones de los prototipos e infraestructura de los sitios, es decir, cubre los gastos de los prototipos, las instalaciones de energía y el personal de encargado de dichas instalaciones.

EMPREVI por su parte cubrirá con los gastos de los servicios de redes y conectividad como Comcel (GPRS), Internet y Energía. De esta manera las pruebas se lograran cumplir en el menor tiempo posible y así continuar exitosamente con el lanzamiento de Global Trade Control.

Tabla 11. Costo Dispositivos Proyecto

No. of Units	No. of Boxes	Full Description of Goods	Unit Value	Total Value
2	3	Savi prototype RDSM (Rapid Deployable Site Machine) Computer & 1 Box of Misc cables for the RDSM computer, (Country of Origin USA)	\$2,700.00	\$5,400.00
8	2	Deka 8G31-Battery – Gel 12V with connectors and cables (Country of Origin USA)	\$192.00	\$1,536.00
2	2	Morningstar ProStar solar controller (Country of Origin USA)	\$175.00	\$350.00
2	2	Carmanah D2-D4 Enclosure Rack (Country of Origin USA)	\$750.00	\$1,500.00
2	2	NE-170U1-Sharp 170 Watt Solar Module (Country of Origin USA)	\$3,642.00	\$7,284.00
5	1	SR-650-101 Savi 650 Fixed Reader with RS-485 Cable, North American Power & Plug (Country of Origin USA)	\$900.00	\$4,500.00
4	1	SRA-1024 Heavy Duty Mounting Kit for the Savi Fixed or Portable Reader (Country of Origin China)	\$110.00	\$440.00
<i>(Payable in United States Dollars)</i> Grand Total:				\$21,010.00
Non Refundable Invoice: The aforementioned amounts are only for customs information. These samples are for testing the project: EMPREVI Global Trade Control.				

11. CONCLUSIONES

Las pruebas demostraron que el sistema efectivamente ofrece una trazabilidad y cada evento queda registrado, asegurando la consistencia del mismo.

Se demostró que a altas velocidades de tránsito en carretera el sistema pierde fiabilidad debido a que es más probable que se induzca un error en la lectura o un Tag no se lea.

Se ganó experiencia en la configuración e instalación de estos equipos que servirán para más fácilmente surtir el resto de las carreteras del país.

Gracias a la red global montada, EMPREVI cuenta con la opción de no solo tener una visibilidad dentro del país, sino también en otros puertos del mundo donde Savi Networks posea infraestructura.

Los aspectos negativos del proyecto estuvieron relacionados con la dificultad de obtener permisos gubernamentales, esto atrasó el proyecto y no permitió el estudio de la seguridad de los equipos.

12. RECOMENDACIONES

Tener un sistema de respaldo de energía, en caso que los paneles solares fallen.

Diseñar y crear un sistema de monitoreo de la batería que indique cuando esta no esta recibiendo carga alguna.

Tener un sistema de respaldo de comunicación, como línea telefónica para cuando la red GPRS del proveedor falle.

Renegociar con un proveedor de GPRS para volver los IP de los Site Manager en carretera Privados ya que públicos se exponen a varios peligros.

BIBLIOGRAFÍA

EMPREVI LTDA [en línea]: Santiago de Cali: Emprevi Ltda., 2004. [consultado 02 de Febrero de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.emprevi.com>

Monografías [en línea]: Protocolos de Red: TCP / IP. Lucas Morea / Monografias.com S.A., 1997. [consultado 20 de Febrero de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos/protocolotcpip/protocolotcpip.shtml>

MorningStar Products [en línea]: MorningStar ProStar Datasheet. Washington Crossing, Pennsylvania: MorningStar Corporation, 2005. [consultado 15 de Abril de 2007]. Disponible en Internet: http://www.morningstarcorp.com/products/-spanish/ProStar/info/PS_DataSheet.pdf

Redes Inalámbricas y Movilidad [en línea]: Capitulo 7. Valencia: Universidad de Valencia, 2006. [consultado 27 de Marzo de 2007]. Disponible en Internet: http://informatica.uv.es/it3guia/TD/amplif_7-SANTI.ppt

Savi® FSE Training Course [CD-ROM]: RFID Business Value Pyramid. Mountain View, California: Savi® Technology, 2006. [consultado 15 de Marzo de 2007].

Savi Networks [en línea]: Company Overview. Mountain View, California: Savi® Networks, 2007. [consultado 10 de Febrero de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.savinetworks.com/>

Savi Technology [en línea]: Company Overview. Mountain View, California: Savi® Technology, 2006. [consultado 10 de Febrero de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.savi.com/>

Sharp Solar Module [en línea]: NE-170U1 Datasheet. Huntington Beach, California: Sharp Electronics Corporation, 2005. [consultado 15 de Abril de 2007]. Disponible en Internet: http://solar.sharppusa.com/files/sol_dow_170W_SS.pdf

White Paper de Aplicación [en línea]: RFID, La siguiente generación de AIDC. Vernon Hills, Illinois: Zebra Technologies Corporation, 2005. [consultado 15 de Marzo de 2007]. Disponible en Internet:

http://www.zebra.com/id/zebra/na/en/documentlibrary/white_papers_-_microsites/spanish_emea_microsite/aidc.File.tmp/AIDC_Spa_10.04.pdf

WIPO [en línea]: Method and Apparatus for Tracking Devices Using Tags. Geneva, Switzerland: World Intellectual Property Organization, 2000. [consultado 05 Abril de 2007]. Disponible en Internet:

http://www.wipo.int/patentscopedb/en/wads2.jsp?IA=US2001028033&LANGUAGE=EN&ID=09006361800625e9&VOL=11&DOC=006704&PAGE=0&DOC_TYPE=PDOC

Wikipedia: la enciclopedia libre [en línea]: Contenedor. Florida: Wikimedia Foundation, 2007. [consultado 20 de Marzo de 2007]. Disponible en Internet:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Contenedor>

Wikipedia: la enciclopedia libre [en línea]. GPRS. Florida: Wikimedia Foundation, 2007. [consultado 04 de Marzo de 2007]. Disponible en Internet:

<http://en.wikipedia.org/wiki/GPRS>

Wikipedia: la enciclopedia libre [en línea]. RFID. Florida: Wikimedia Foundation, 2007. [consultado 20 de Febrero de 2007]. Disponible en Internet:

<http://en.wikipedia.org/wiki/RFID>

Wikipedia: la enciclopedia libre [en línea]. Subred. Florida: Wikimedia Foundation, 2007. [consultado 15 de Marzo de 2007]. Disponible en Internet:

<http://es.wikipedia.org/wiki/subred>